

ZAVEDENÍ STANDARDIZOVANÉ PRÁCE PŘI ÚDRŽBĚ STROJŮ VE VÝROBNÍ BUŇCE PRO VÝROBU HŘÍDELÍ VE FIRMĚ VOLKSWAGEN AG, WERK KASSEL

Bakalářská práce

Studijní program: B2341 – Strojírenství
Studijní obor: 2301R030 – Výrobní systémy

Autor práce: **Vojtěch Antoš**
Vedoucí práce: Ing. Jiří Lubina, Ph.D.



INTRODUCING OF WORKING WITH STANDARDS DURING MAINTENANCE OF THE MECHANISMS IN THE SHAFT PRODUCTION IN THE COMPANY VOLKSWAGEN AG, WERK KASSEL

Bachelor thesis

Study programme: B2341 – Engineering
Study branch: 2301R030 – Manufacturing Systems

Author: **Vojtěch Antoš**
Supervisor: Ing. Jiří Lubina, Ph.D.



Tento list nahradíte
originálem zadání.

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Označení BP:

Řešitel: Vojtěch Antoš

STANDARDIZOVANÁ PRÁCE PŘI ÚDRŽBĚ

ANOTACE:

Práce shrnuje informace o užívaných metodách údržby, jejích cílů, funkce, opatřeních a úkolů. Popisuje pojem TPM ve vztahu k oblastem výroby a údržby, k zajištění preventivní resp. autonomní údržby. Zabývá se optimalizací údržby na konkrétním příkladu v oddělení výroby hřídelí, pomocí realizace TPM-konceptu, s cílem kontinuálního zlepšování.

Klíčová slova: ÚDRŽBA, STANDARD, TPM

WORKING WITH STANDARDS DURING MAINTENANCE

ANNOTATION:

The thesis summarizes information about used methods of maintenance, its goals, functions, arrangements and tasks. It describes the idea of TPM related to the fields of production and maintenance, in order to secure preventive or possibly autonomic maintenance. It applies an optimization of maintenance to a specific example in the department of the shaft production, by realization of a TPM-concept with the goal of a continuous improvement.

Keywords: MAINTENANCE, STANDARD, TPM

Zpracovatel: TU v Liberci, KOM

Dokončeno: 2014

Archivní označ. zprávy:

Počet stran: 58

Počet příloh: 4

Počet obrázků: 12

Počet tabulek: 3

Počet diagramů: -

Obsah

Úvodní list	I
Zadání bakalářské práce	II
Anotace	III
Místopřísežné prohlášení	IV
Obsah	5
Soupis zkratk	7
Soupis obrázků a tabulek	8
Poděkování	9
1 Úvod	10
1.1 Problém k projednání	10
1.2 Stanovení cíle práce	11
2 Základy údržby	12
2.1 Cíle a funkce údržby	12
2.2 Opatření k údržbě	12
2.2.1 Úkoly inspekce	12
2.2.2 Druhy údržby	13
2.2.3 Charakteristika zprovoznění	13
2.3 Strategie údržby	14
3 Total Productive Maintenance	16
3.1 Definice TPM.....	16
3.2 Historický vývoj TPM	16
3.3 TPM-koncept	18
3.3.1 Cíle a základní myšlenky TPM	18
3.3.2 Šest zdrojů ztrát	20
3.3.3 Efektivita celého prostoru (GAE)	21
3.4 Koncept pěti sloupů TPM	24
3.4.1 Základy konceptu pěti sloupů	24
3.4.2 Odstranění stěžejních problémů	25
3.4.3 Autonomní údržba	26
3.4.4 Plánovaný program údržby.....	27
3.4.5 Školení a trénink	28
3.4.6 Prevence údržby	30

4 Uvedení TPM do praxe u Volkswagen AG	31
4.1 Koncern Volkswagen	31
4.2 Závod Volkswagen Kassel	33
4.3 Výroba převodovek Kassel	33
4.4 Výroba hřídelí ML 311 (CC 3)	34
4.5 Podmínky k uvedení do praxe	36
4.6 Současný stav údržby	37
4.7 Kroky realizace	39
4.7.1 Fáze přípravy	39
4.7.2 Fáze implementace	41
4.7.3 Fáze stabilizace	45
4.8 Možnosti při realizaci TPM	46
4.9 Překážky ve velkém podniku	47
5 Závěr	49
Použité zdroje	50
Příloha A: Plán uspořádání pracoviště oddělení ML 311	52
Příloha B: Systém pořádku a čistoty nákladového střediska 4166, oblasti čištění	55
Příloha C: Plán čištění a údržby nákladového střediska 4166, příklad	56
Příloha D: TPM-karty	57

Soupis zkratk

AG	.....	Akciová společnost
AW	.....	Hnací hřídel
FW	.....	Výměna frézy
GAE	.....	Efektivita celého prostoru
IPS	.....	Informace, plánování a řízení
JIPM	.....	Japan Institute of Plant Maintenance
JIT	.....	Just-In-Time
KW	.....	Kalendářní týden
LG	.....	Stupeň výkonu
ML	.....	Montážní linka
NG	.....	Stupeň celkového využití
O.E.E.	.....	Overall Equipment Effectiveness
PM	.....	Preventive Maintenance
HGK-3/4	.....	Označení oddělení Volkswagen AG
QG	.....	Stupeň kvality
SOS	.....	Systém pořádku a čistoty
SPR	.....	Statistické řízení procesu
SPS	.....	Řízení programovatelné k uložení
SSW	.....	Výměna brusného kotouče
VW	.....	Volkswagen
WWS	.....	Výměna nástroje
ZW	.....	Spojovací hřídel

Soupis obrázků a tabulek

Zobr. 1: Historický vývoj TPM	18
Zobr. 2: Pojem „Total“ u TPM	19
Zobr. 3: Spojitost GAE a ztrát	23
Zobr. 4: Pět sloupů TPM-konceptu	24
Zobr. 5: Závody produkující vozidla v koncernu Volkswagen (EVROPA)	32
Zobr. 6: Závody produkující vozidla v koncernu Volkswagen	32
Zobr. 7: Disponibilita zařízení pro výrobu hřídelí	37
Zobr. 8: TPM-karta, příklad	42
Zobr. 9: TPM-slots, šedé	43
Zobr. 10: TPM-kapsy	44
Zobr. 11: Řízený oběh TPM	45
Zobr. 12: Disponibilita soustruhu Scherer 62	46
Tab. 1: Charakteristiky CC's	34
Tab. 2: Pracovní postupy ML 311	35
Tab. 3: Čištění zařízení zevnitř, příklad	40

Poděkování

Za podporu při vytvoření této bakalářské práce bych chtěl vřele poděkovat následujícím osobám:

Panu Ing. Jiřímu Lubinovi, který mě zasvětil do oboru výrobních systémů a zaměření řízení výroby a během odborné praxe mě podporoval ze strany technické univerzity.

Panu Werner Kurzeknabe, který mě jako vedoucí oddělení výroby hřídelí ML 311 byl oporou jak radami, tak činy a především podporoval během TPM-dne akce.

Panu Arthur Löffler, který mě opatroval ze strany Volkswagen AG a podporoval během vypracování a zavedení TPM-konceptu. Stejně tak panu Uwe Teske, který mi umožnil rychlé zapracování do procesů oddělení výroby hřídelí resp. převodovek.

Dále patří můj dík obzvláště pánům Kai Brünger, Edgar Schubert a spolupracovníkům oddělení HGK-3/4, kteří mi byli nápomocní zejména při zavádění TPM-konceptu pro obráběcí techniku. Kromě toho děkuji paní Judith Koch (CC3) a panu Haikko Pflüger (CC3 Leancentrum) za výměnu zkušeností a oddělení přesahující podporu.

Na závěr bych chtěl poděkovat všem vyučujícím, mezi které patří i výše zmíněný Ing. Jiří Lubina, kteří neúnavně četli opravy aktualizovaných verzí a tím tak přispěli podstatnou částí k zdárnému vypracování.

Liberec, 6. květen 2014

Vojtěch Antoš

1 Úvod

1.1 Problém k projednání

Vývoj trhů, především v posledních letech, přináší tlak a zvyšuje konkurenci mezi strojírenskými podniky. Jedná se o tlak v oblasti zaměstnanosti, globalizace závodu, orientace na podstatné kompetence a v neposlední řadě tlak na účelné vázání finančních prostředků. Investuje se z důvodů rostoucích nároků zákazníka na individualizaci výrobků, přibývajících rozmanitostí variant a inovací. Změna přání zákazníka vede k rostoucí komplexnosti produktů a služeb, má vliv na vnitřně provozní tok materiálu, především jeho plynulost, a vyžaduje bezporuchovost procesů.

Vedle hlavní úlohy plynulosti toku, transportu, skladování, kontroly a kolaudování materiálu, musí být zaručena připravenost velkého množství obrobených součástí dále transportovaných k montáži, stejně jako efektivní a časově minimální kombinace všech nasazených dopravních strojů a systémů [11]. Obráběcí a dopravní technika je část komplexního výrobního systému. Komplexnost uživatelských rozhraní vnitřně provozních výrobních a dopravních zařízení má podstatný vliv na výkon celého systému.

Problémy vznikají často z důvodu vysoké komplexnosti částečně a plně automatizovaných zařízení. Vedle spolehlivosti a disponibility je jejich důležitou vlastností schopnost údržby, spojená zejména s hospodárností, kvalitou provozu a bezpečností automatizovaných systémů. Požadavky na kontinuální a rozsáhlé koncepty údržby se zvyšují. Jejich zavedení je pro podnik velkým přínosem.

1.2 Stanovení cíle práce

Cílem práce je popsat zavedení koncepce údržby a řízení bezporuchového provozu ve výrobním systému ve firmě Volkswagen AG, Werk Kassel v oddělení výroby hřídelí převodovek. Dalším cílem je zjistit možnost zkvalitnění systému prohloubením spolupráce údržby s obsluhou zařízení formou týmové spolupráce.

Úvodní kapitola objasňuje princip a základní pojmy procesu údržby. Jsou zde uvedeny používané strategie procesu. Nejmodernější z nich, která má širší formu koncepce, je představena ve třetí kapitole. Je v ní definován systém Total Productive Maintenance (TPM), který umožňuje zkvalitnit a urychlit proces údržby, a vede k jeho standardizaci. Jsou popsány jednotlivé části procesu, jejich význam pro efektivitu a snížení ztrát.

Ve čtvrté kapitole je popsána implementace TPM v koncernu Volkswagen. Kapitola obsahuje popis TPM-konceptu v oblasti výroby převodovek Kassel Volkswagen AG pro oddělení výroby hřídelí ML311. Velká pozornost je věnována významu TPM-teamu, který zajišťuje vývoj a inovaci procesu. Dále je stručně představena analýza případů poruch a zavedení nových prvků při řízení údržby. Kapitola je uzavřena popisem překážek, které mohou nastat při další implementaci TPM-konceptu.

2 Základy údržby

2.1 Cíle a funkce údržby

Údržba je definována jako soubor opatření k zachování a znovu obnovení Soll-stavu a ke stanovení a posouzení Ist-stavu technických sledovaných jednotek, např. kompletního objektu, skupiny či jednoho prvku. Soll-stav je stav, který má nastat, resp. kterého se má docílit. Ist-stav je současný stav. Hlavní cíl údržby je stanovení, zabránění a odstranění závad pomocí opatření inspekce, oprav a uvedení do stavu chodu, které se přiřazují nadpojemu údržba [15].

Vlastnosti údržby jsou povahy jak bezpečnostně technické i ekonomické. Z bezpečnostně technického hlediska jsou cíle zvýšení bezpečnosti objektu a práce, a dodržení právních předpisů. Dále obsahují cíle snížení nebo zabránění zatížení životního prostředí a zredukování rizika úrazu. Ekonomické cíle naproti tomu zahrnují zvýšení disponibility pomocí snížení počtu poruch a výpadků, dosažení plánovaných životností a zmenšení nákladů na údržbu pomocí poklesu nákladů výpadků a jejich následků. Dalším cílem údržby je dosažení optimálního toku informací a minimalizace reakční doby při poruchách.

Již v rámci fáze konstrukce by měly být u strojů a objektů a dalších technických prvků určeny odpovídající body údržby. Optimalizace se odehrává ve fázi používání objektů pomocí odstranění slabých míst a chyb objektů. Také školení obsluhy, stejně jako správa dat objektů k údržbě neodmyslitelně patří.

2.2 Opatření k údržbě

2.2.1 Úkoly inspekce

Inspekci se rozumí všechny opatření ke stanovení a posouzení Ist-stavu technické sledované jednotky. Po sběru a zhodnocení informací o Ist-stavu následuje srovnání a vyhodnocení Soll/Ist-odchylky. Odtud se nechá posoudit Ist-stav sledované technické jednotky a zařídí se odpovídající opatření. Provést inspekci může strojní obsluha pomocí subjektivní kontroly, např. vizuální kontroly, aby mohla např. odhadnout stav znečištění objektu nebo dílčí oblasti [9]. Kontrola při inspekci se také může provádět pomocí použití měřících zařízení. Při vyhodnocení Ist-stavu je třeba dbát na to, aby se toto odehrálo při konstantních provozních vnitřních i vnějších podmínkách, a aby byla při definování Soll-stavu vždy použita stejná měřítko a tolerance [15].

Inspekce se člení různými způsoby s ohledem na provozní stav, inspekční intervaly a stupeň automatizace. Přitom se rozlišuje provozní stav při inspekci mezi rubrikami při *provozu* a *stání*. U inspekčního intervalu se rozlišuje mezi *závislý* na *intervalu* příp. *plynulý* a *nesouvislý*. Poslední oblast, stupeň automatizace, se rozděluje na *manuální*, *nástrojový* nebo *automatizovaný*.

2.2.2 Druhy údržby

Údržba zahrnuje všechna opatření k zachování Soll-stavu technické sledované jednotky. Cíl údržby je zabránit výpadku objektu se zřetelem na celkové náklady. Odpovídající opatření údržby musí zpomalit technické opotřebení a zvýšit životnost objektu. Opatření údržby obsahují činnosti jako čištění, mazání, doplňování, vyměnění a seřízení technické sledované jednotky. Pokud se během provádění údržby zjistí závady na objektu, budou součástí i jeho opravy.

Údržba strojů a objektů se může provést různými způsoby, stejně jako tomu je u inspekce, s ohledem na provozní stav, intervaly údržby a stupeň automatizace. Údržba se může provádět vzhledem k druhu buď při *provozu*, nebo během *nečinnosti objektu*. Přitom se můžou napláňovat opatření údržby jak do pravidelných intervalů, tak i samostatně dle stavu objektu. Intervaly údržby kolísají *nesouvisle* podle zkušeností nebo se udržují *plynule*. Dle stupně automatizace procesu může být provedení manuální nebo strojní [15].

2.2.3 Charakteristika zprovoznění

Zprovozněním se rozumí všechna opatření k obnovení Soll-stavu technickými prostředky systému. Při opatřeních zprovoznění se má obnovit Soll-stav objektu. Přitom tato oblast nezahrnuje malé, v rozsahu údržby zahrnuté čistící práce a výměnu opotřebovaných částí. Činnosti zprovoznění obsahují opravu popř. vylepšení a vyměnění neplánovaně poškozených částí, které se nepočítají k rozsahu údržby. Jako příklad může posloužit výměna poškozeného motoru soustruhu. Po plánování a provedení zprovoznění je důležité vyhodnocení a dokumentace k analyzování slabých míst objektu.

Stejně jako při inspekci a údržbě lze proces zprovoznění dále členit. Provozní stav při zprovoznění je výhradně *stav stání objektu*. Další členění je dle časového okamžiku zprovoznění. U zprovoznění závislém na intervalu je časový okamžik zprovoznění *plánovatelný*, a hovoří se tak o plánovaném zprovoznění. U zprovoznění závislém na stavu objektu je časový okamžik zprovoznění jak *plánovatelný*, tak také *neplánovatelný*. Při poškození způsobeném

zprovozněním, je časový okamžik zprovoznění *neplánovatelný* a následuje hledání chyb. Z tohoto důvodu se hovoří o nepředvídatelném zprovoznění.

2.3 Strategie údržby

Strategií údržby se rozumí zásadní postup k řešení problémů údržby. Strategie definuje základní rozhodnutí, tj. které činnosti údržby se realizují v závislosti na stavu zdrojů. Tyto činnosti mohou být vztaženy na celý objekt nebo jednotlivé prvky objektu. Obecně se rozlišují 3 různé strategie údržby, které jsou popsány následovně:

Výpadková (neplánovatelná) údržba:

Tato strategie se označuje také jako požární strategie a je používána tam, kde stroje a objekty jsou užívány pouze málo popř. v krátce definovaných časových intervalech. Z tohoto důvodu nedochází k potížím s dodáním popř. zásobením při nečinnosti objektu a z toho vyplývajícího přerušení výroby. S údržbou se začne nejdříve tehdy, když existuje poptávka zapříčiněná výpadkem či poruchou. Hranice opotřebení jednotlivých prvků či dílčích oblastí se tak zcela využije. Základními požadavky pro tuto strategii údržby jsou redundantní systémy, stejně jako velké a dostupné množství náhradních dílů. Cílem je dosažení nízkých nákladů výpadků a zajištění bezpečnostních požadavků. Výhoda této strategie spočívá v ušetření nákladů na předcházející opatření, avšak náklady na stání zdroje jsou zpravidla vyšší při opravě výpadku než u předcházejících opatření [9]. Nevýhoda strategie spočívá v nemožnosti naplánovat činnosti údržby, vysokých nákladech výpadků a eventuálních následných škod.

Předcházející (plánovatelná) údržba:

U předcházející údržby se v první řadě stanoví a naplánují činnosti, které snižují opotřebení objektu. Jednotlivé prvky či dílčí oblasti objektu se včas vymění nebo zprovozní tak, aby se z větší části předešlo stáním [14]. Předcházející údržba se využívá u těch objektů, které kvůli výpadku znamenají závažné ohrožení osob a zařízení, nebo se kterými nejsou žádné zkušenosti týkající se jejich chování při výpadku.

Ve většině případů existují právní předpisy pro zajištění bezpečnosti, které jsou plánované pro pravidelné inspekce. Jako příklad může posloužit údržba oběhů chladicí kapaliny v jaderných elektrárnách. Také při silných vazbách výrobních objektů se využije potenciál předcházející strategie údržby, který přinese pokles nákladů při výpadku výroby. Podstatnou roli pro uplatnění této strategie hrají i vysoké požadavky na kvalitu součástí při výrobě. Výhody strategie spočívají ve snadné plánovatelnosti činností údržby, což je na druhou stranu

nákladné. Přínosem strategie je omezení spontánních výpadků a snížení se ztráty z výpadku. Nevýhodou je pouze částečné využití hranice opotřebení jednotlivých prvků nebo dílčích oblastí.

Stavově-orientovaná údržba:

Stavově-orientovaná údržba je aplikovatelná, pokud je jednoznačně zjistitelná hranice opotřebení (např. opotřebené díly stroje). Pomocí závislosti údržby na zjištěném stavu prvků nebo dílčích oblastí se z větší části zajistí využití životnosti součástí, bez vystavení rizika výpadku. Díky spotřebě hranice opotřebení vyplynou potenciály úspor, protože strojní díly se využijí až do známých hranic opotřebení, a tak budou vyměňovány v delších intervalech. Vzhledem k aspektu kvality platí výhody zmíněné u předcházející údržby. Nevýhodou této strategie údržby je důkladné zjištění a dokumentace hranice opotřebení, stejně jako hranice poškození.

3 Total Productive Maintenance

3.1 Definice TPM

Aby výrobní podnik zůstal konkurenceschopný, vyžaduje nyní, více než kdykoli jindy, koncept, který mu přinese nejvyšší efektivitu. Z důvodu vyššího stupně automatizace je standardní údržba nedostatečná.

Je nutné kromě technické disponibility využít potenciál zlepšování, redukovat časy přípravy a seřízení, snížit časy průběhu, standardizovat strojní součásti a zlepšit udržitelnost zařízení. Z tohoto důvodu je požadován obsáhlý, celistvý systém jako Total Productive Maintenance (TPM). Pojem lze přeložit jako „totálně produktivní údržba“, v dalším textu bude použita pouze anglická zkratka TPM a míněna je údržba v širším slova smyslu a následujícími cíli:

- Žádné chyby
- Žádná stání
- Žádné nehody

Určující je v TPM-konceptu prvek „Total“, neboť v Japonsku omezenost – určena polohou ostrovů a koncentrací populace na malé ploše – vyžaduje u všech disciplínu a pořádek. Tyto zásady z japonského prostředí – přísná disciplína, pořádek a sebeovládání – se ocitají ve slově „Total“ [16]. Tím se bude blíže zabývat kapitola 4.3.

Institute of Plant Maintenance definuje TPM následovně: „TPM má za cíl maximalizaci výkonnosti zařízení. K tomu slouží obsáhlá předcházející údržba, která je dodržena po celou dobu životnosti strojového parku. Všechna oddělení a úrovně jsou vtaženy do tohoto konceptu.“ [3]

TPM má tedy za úkol zvýšit efektivnost objektů při nasazení všech pracovníků v procesu zúčastněných, od strojní obsluhy až po vrcholové manažery. Důležité přitom je, aby proces navrhování byl pracovníkem řízen. Plná účinnost se vyvine pouze symbiózou člověka a stroje. To ovšem vyžaduje adaptabilitu pracovníka, která s sebou přinese při realizaci TPM některé problémy. Tím se bude blíže zabývat kapitola 5.4. Klíčovou myšlenkou TPM konceptu je optimálně využít kapacity, aby se proces vyhnul špatně a/nebo příliš nasazeným zdrojům. Cíle je redukovat náklady a umožnit hladký průběh procesu.

3.2 Historický vývoj TPM

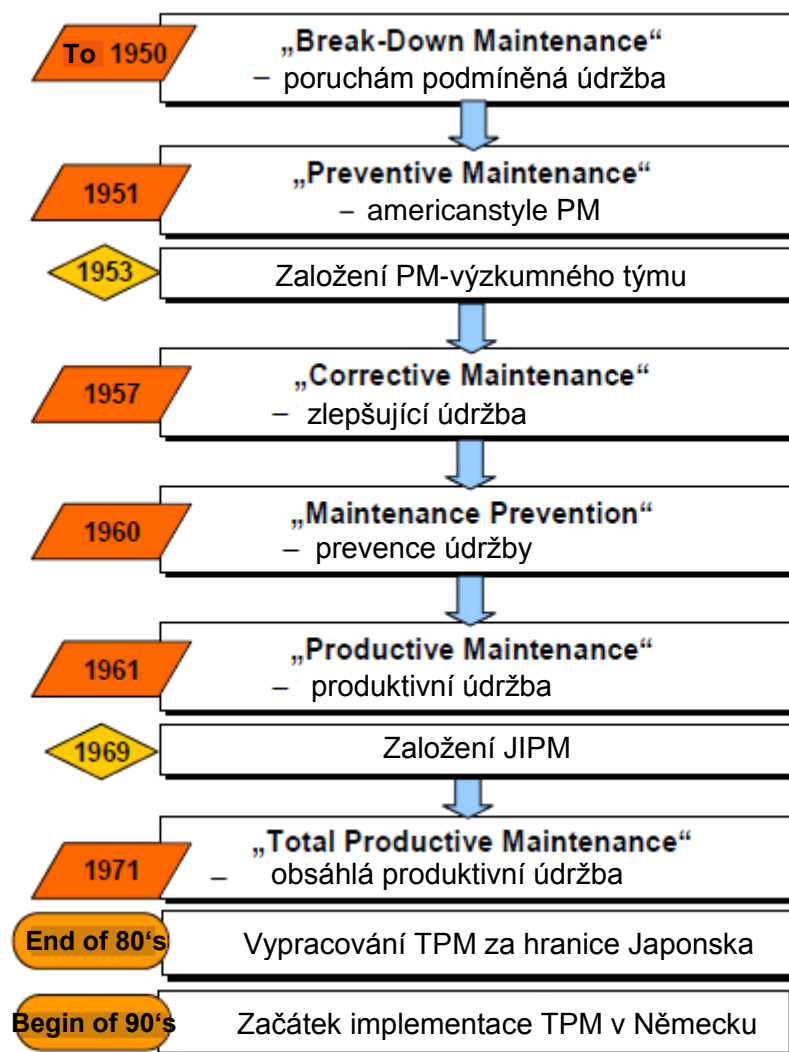
Zajištění kvality a údržba byly nejdříve převzaty japonskými podniky z USA a přizpůsobeny japonským poměrům [13]. Až do padesátých let tam převládala obecná forma „Break-Down Maintenance“ – poruchám podmíněná údržba. Přitom se prováděla opatření údržby pouze při výpadku procesu. Tento druh údržby byl modernizován v roce 1951, kdy se v Japonsku zavedla „Preventive Maintenance (PM)“ – předcházející údržba. PM se v literatuře označuje jako „americanstyle PM“ [2]. Japonské podniky mohly tak značně redukovat stání objektů. V roce 1953 vytvořilo dvacet japonských podniků PM-výzkumný tým, z které později vzešel Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM).

V roce 1957 byla vyvinuta „Corrective Maintenance“ – zlepšující údržba, která zahrnovala činnosti ke zlepšení výrobních zařízení z pohledu jejich spolehlivosti a výkonnosti.

Následně v roce 1960 vznikla „Maintenance Prevention“ – prevence údržby. Systém k vývoji popř. výběru výrobních zařízení, která vyžadují minimální úsilí k údržbě. Tak byla udržovatelnost, snadnost obsluhy a přístupnost k zařízením zohledněna již ve fázi plánování a pořízení.

Na to zavedl roku 1961 Nippondenso Corporation, výrobce elektrických součástí pro automobilový průmysl v Japonsku a člen skupiny Toyota, „Productive Maintenance“ – produktivní údržbu [8]. Jak je již patrné z názvu, představuje předchůdce k TPM. Productive Maintenance obsahuje vedle Preventive Maintenance a Corrective Maintenance také aspekty Maintenance Prevention. Rozdíl k TPM spočívá v tom, že zodpovědnost za údržbu výrobních zařízení leží výhradně na straně oddělení údržby.

Koncem sedmdesátých let došlo k tomu, že z důvodu stoupající komplexnosti a pokročilé automatizace zařízení se stalo provedení opatření údržby nákladnějším a nemohlo tak za něj být zodpovědné pouze oddělení údržby. Z tohoto důvodu se roku 1969 rozhodl Nippondenso, udělat každého strojního operátora zodpovědného za rutinní opatření údržby daného zařízení [2]. Z těchto zkušeností vzešel koncept TPM, který se realizoval roku 1971. Koncept TPM získal cenu „Distinguished Plant Prize“, a rychle se rozšířil i mimo Japonsko. PM-Prize v průběhu času přešel na „PM Excellent Plant Award“. Zobrazení 1 ukazuje krátké shrnutí jmenovaných klíčových dat.



Zobr. 1: Historický vývoj TPM

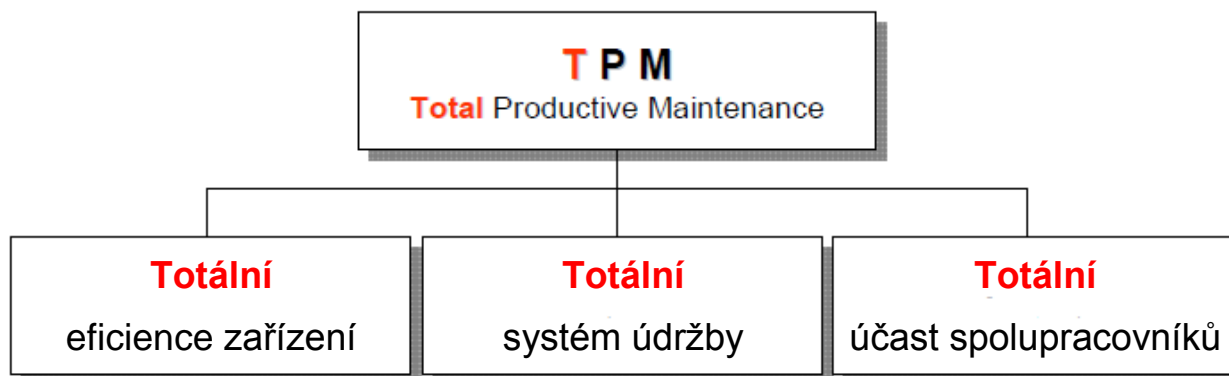
Zdroj: Al-Radhi, M./Heuer, J. (1995), str. 9.

Do roku 1995 bylo vyznamenáno přes 200 podniků za úspěšné uskutečnění TPM. Koncem osmdesátých let začaly zavádět TPM také podniky v Anglii a USA. Začátkem devadesátých let se TPM začaly důkladně zabývat německé podniky jako např. Volkswagen, Ford a Opel.

3.3 TPM-koncept

3.3.1 Cíle a základní myšlenky TPM

Jak již bylo zmíněno v podkapitole 3.1, představuje TPM v podniku společný úkol. Prvek „Total“ v TPM-konceptu je určující a popisuje ony tři hlavní charakteristiky TPM. Ty jsou ukázány v zobrazení 2.



Zobr. 2: Pojem „Total“ u TPM

Zdroj: Brunner, F.-J./Wagner, K.-W. (1999), str. 273.

První oblast, totální eficeience, poukazuje na usilování TPM o úplnou a hospodárnou eficeienci a profitabilitu (zisk). Označením Totální je zde míněna maximalizace eficeience zařízení. Druhá oblast, totální systém údržby, obsahuje prevenci údržby, předcházející údržbu a zlepšení udržovatelnosti. Cílem prevence popř. vyvarování se údržby je nasazení zařízení nenáročných na údržbu např. pomocí použití trvalých mazání. Tento koncept se zakládá na plánu údržby po celou dobu životnosti zařízení a zahrnuje prevenci údržby, která byla sledována ve fázi vývoje zařízení. Jakmile je zařízení sestaveno, je požadován úplný systém údržby pro předcházející údržbu a zlepšování udržovatelnosti [13]. Poslední oblast, totální spoluúčast spolupracovníků, je jedinečná v TPM. Zahrnuje do procesu každého spolupracovníka od vrcholového managementu až po dělníka a prochází tak všechna oddělení. TPM se spoléhá na spoluúčast každého pracovníka, obzvláště na samotnou obsluhu zařízení.

Cílem zavedení TPM je:

- Maximalizace efektivit objektu pomocí vtažení každého spolupracovníka do procesu
- Zlepšování spolehlivosti a udržovatelnosti zařízení ke zvyšování kvality a produktivity
- Optimalizace hospodárnosti zařízení a jejich údržba po celou dobu jejich životnosti
- Školení spolupracovníků s TPM spojených dovedností a schopností
- Zajištění aktivního a zaujatého pracovního prostředí pomocí motivujícího managementu

V centru řízení je celý systém, tzn. člověk, objekt a prostředí.

3.3.2 Šest zdrojů ztrát

Ztráty ruší efektivitu zařízení, neboť každá ztráta představuje nevyužitý potenciál. Může existovat více důvodů, proč zařízení nefunguje. Je důležité rozpoznat a rozlišit zdroje ztrát a jejich příčiny, které se na celkové ztrátě se projeví rozlišeně. V TPM systematice stojí v popředí sledování následujících šest zdrojů ztrát [2]:

1. Ztráty z důvodu výpadku zařízení

Výpadky zařízení jsou jeden z největších problémů. Lze je rozdělit na stroji nezávislé a na stroji závislé výpadky. Výpadky, které vzniknou z důvodu organizačních a logistických potíží, jsou stroji nezávislé výpadky. Obsahují např. nedostatek materiálu, nástrojů nebo pomůcek, ale také výrobního personálu. Pokud je funkce zařízení rušena, např. mechanickým, elektrickým, pneumatickým či hydraulickým defektem, jedná se o stroji závislý výpadek. Tyto výpadky se objevují jako sporadické poruchy nebo chronické malé výpadky, které jsou často ignorovány a přehlíženy.

2. Ztráty způsobeny nastavováním a seřizováním

Ztráty způsobeny nastavováním a seřizováním vznikají, když je ukončena výroba dílu a zařízení musí být nastaveno na výrobu nového dílu. Končí tehdy, jakmile je při výrobě dalšího dílu dosažen požadovaný stav kvality. Čas výměny nástroje a nutný čas na jeho záběh se řadí ke ztrátám způsobeným seřizováním. U nastavování a seřizování je také důležité sestavit standardy, aby se mohly definovat optimální postupy.

3. Běh naprázdno a krátkodobá stání

Běh naprázdno a krátkodobá stání jsou krátká přerušení nebo poruchy zařízení. Ty jsou způsobeny např. obrobky, které se při přivádění do obráběcí polohy zaseknou nebo zůstanou stát. Taková krátkodobá stání jsou napravena sice relativně rychle, ale můžou stát hodně času, pokud se vyskytnou častěji.

4. Snížená rychlost taktu

Snížená rychlost taktu se vztahuje na rozdíl mezi plánovanou rychlostí taktu a skutečnou rychlostí taktu. Tato ztráta, která se vyskytuje při vysokých časech taktu, vyplývá např. z důsledku sníženého výkonu pohonu. Tyto ztráty mají často velký vliv na efektivitu zařízení.

5. Potíže při náběhu zařízení

Potíže při náběhu zařízení jsou ztráty, které se vyskytnou při spouštění zařízení. Časová ztráta vzniká tak, že na zařízení nemůže jet plný počet dílů. Důvody pro to jsou např. chybějící přesnost rozměrů, nebo nedosažení provozní teploty zařízení.

6. Ztráty kvality

Vadné výrobky a dodělávka chybných součástí jsou ztráty kvality. Vznikají u špatně fungujících zařízení, které produkují části v nežádoucí kvalitě. Při dodělvkách to často znamená, že musí znovu proběhnout celý výrobní krok.

Identifikace a popsání ztráty tvoří předpoklad pro to, aby se mohlo lépe zasáhnout do procesů. Aby bylo možné najít zdroje ztrát pomocí čitelné veličiny, je určena míra efektivity celého objektu.

3.3.3 Efektivita celého prostoru (GAE)

Efektivita celého objektu (nebo také mezinárodně Overall Equipment Effectiveness (O.E.E.)) se skládá ze stupně celkového využití (NG), stupně výkonu (LG) a stupně kvality (QG):

$$GAE = NG \cdot LG \cdot QG$$

GAE je mezinárodním měřítkem pro celkovou efektivitu zařízení popř. procesní bezpečnosti. K lepšímu pochopení jsou tři zdroje ztrát následovně zobrazeny pomocí vztahů. GAE se počítá jako kombinace všech tří částí.

Stupeň celkového využití:

Existují rozdílná znázornění stupně využití zařízení v závislosti na konkrétním podniku. Také v literatuře existují různé definice. Stupeň celkového využití obsahuje v TPM-konceptu poměr strojního času (T_{lauf}) k plánované době výroby (T_b) [2].

$$NG = \frac{T_{lauf}}{T_b}$$

Strojní čas udává čas, kdy stroj skutečně vykonává činnost., tj. celkový čas po odečtení ztrátového času. Plánovaná doba výroby je plánovaná doba provozu stroje po určitý časový úsek. Pro jeden měsíc se vypočítá plánovaná doba výroby z doby směny v hodinách vynásobená počtem směn a počtem pracovních dnů daného kalendářního měsíce.

Stupeň výkonu:

Stupeň výkonu se skládá ze stupně rychlosti zpracování a čistého času zpracování. Stupeň rychlosti zpracování popisuje poměr mezi plánovanou dobou taktu ($t_{geplant}$) a skutečnou dobou taktu (t_{real}) [13].

$$\text{Stupeň rychlosti zpracování} = \frac{t_{geplant}}{t_{real}}$$

U čistého (netto) času zpracování je rozhodující čas, ve kterém jsou výrobní zařízení v provozu s konstantní pracovní rychlostí v rámci určitého časového úseku.

$$\text{Netto čas zpracování} = \frac{n_{gefertigt} \cdot t_{real}}{T_{lauf}}$$

Kde $n_{gefertigt}$ udává počet hotových dílů. Dají-li se nyní oba vztahy dohromady, vznikne po upravení následující rovnice pro stupeň výkonu (poměr plánované doby taktu k strojnímu času, vynásobené počtem hotových dílů):

$$LG = \frac{t_{geplant} \cdot n_{gefertigt}}{T_{lauf}}$$

Stupeň kvality:

Stupeň kvality popisuje poměr počtu hotových dílů po odečtení vadných výrobků (A) a dodělávek (NA) k sumě všech hotových dílů [1].

$$QG = \frac{n_{gefertigt} - A - NA}{n_{gefertigt}}$$

Dají-li se nyní dohromady všechny tři oblasti NG, LG a QG, vznikne GAE:

$$GAE = \frac{T_{lauf}}{T_b} \cdot \frac{t_{geplant} \cdot n_{gefertigt}}{T_{lauf}} \cdot \frac{n_{gefertigt} - A - NA}{n_{gefertigt}}$$

Rovnici lze upravit na:

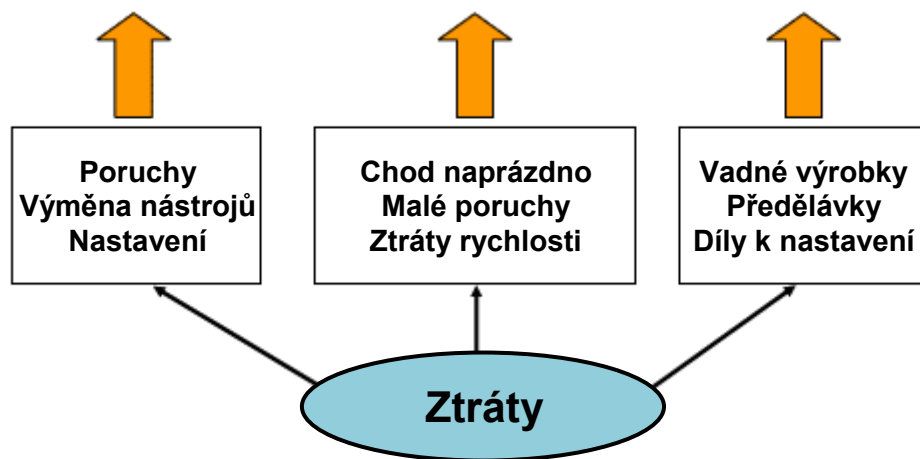
$$GAE = \frac{t_{geplant} \cdot (n_{gefertigt} - A - NA)}{T_b}$$

Přínosem výpočtu GAE je, že data nemusí být vyšetřována komplikovanými postupy. Uživatel získá přehled o využitelném potenciálu.

Většina podniků disponuje GAE pod 60%. Ideální podmínky by byly mít NG přes 90%, LG přes 95% a QG přes 99%. Tak by vznikla GAE přes 85%. Ta byla dosažena v podnicích, které získaly TPM-Award [12].

Spojitosť mezi GAE a sumou všech ztrát spočívá v tom, že jsou sobě navzájem neúměrné. Čím větší ztráty, tím menší je GAE, a čím méně vznikne ztrát, tím větší bude GAE. Proto je zapotřebí konsekventního zpracovávání všech ztrát. Přehledu, které zdroje ztrát nastávají, je na zobrazení 3.

GAE = Stupeň celkového využití x Stupeň výkonu x Stupeň kvality



Zobr. 3: Spojitosť GAE a ztrát

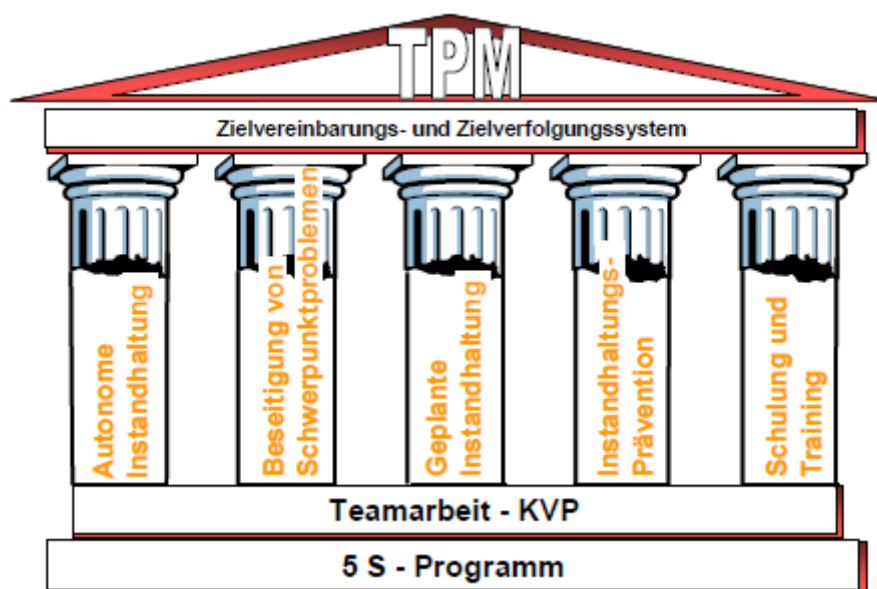
Zdroj: vlastní kreace po vzoru Westkämper, E. (1999), str. 42.

Z toho vyplývá, které příslušné zdroje ztrát mají určující vliv na jednotlivé části GAE.

3.4 Koncept pěti sloupů TPM

3.4.1 Základy konceptu pěti sloupů

K odstranění zdrojů ztrát stojí TPM-koncept na pěti sloupech. Těchto pět sloupů tvoří celkový program k provedení TPM. Přitom každý sloup sleduje svůj částečný cíl a je definován v jednotlivých krocích. K dosažení cíle, růstu GAE, je nutné zahrnout a realizovat cíle všech sloupů. TPM-koncept staví přitom na osvědčených a známých postupech, jako např. užívání plánů údržby nebo pravidelné čištění zařízení. Kromě toho ho doplňují a rozšiřují určitá opatření, jako kupříkladu týmová spolupráce při analýze slabých míst. Zobrazení 4 ukazuje stavbu konceptu 5-ti sloupů.



Zobr. 4: Pět sloupů TPM-konceptu

Zdroj: Al-Radhi, M. (2002), str. 17.

Sloupy stojí na základě „programu 5S“ a týmové spolupráci ve spojitosti s myšlenkou neustálého zlepšování. 5S je definováno z japonských pojmů [2]:

Seiri – Zřídít pořádek: odděluj podstatné od nepodstatného a vše nepodstatné dej stranou z pracoviště.

Seiton – Nadšení pro pořádek: udržuj všechny důležité pracovní prostředky v bezproblémovém stavu a ukládej je na jejich správné místo tak, aby byly v případě potřeby vždy po ruce.

Seiso – Čistota: udržuj pracoviště čisté včetně strojů a nástrojů.

Seiketsu – Osobní smysl pro pořádek: každý spolupracovník musí s pořádkem a čistotou začít u sebe na svém vlastním pracovišti

Shitsuke – Sebekázeň: disciplína při dodržování usnesení a při přebírání činností k naplánovanému času.

Všechny sloupy dávají dohromady TPM-koncept procesu napříč oblastmi. To znamená, že realizovaná opatření a optimalizace v jedné oblasti se neprovádí na náklady jiné oblasti, nýbrž že zlepšení se dosahuje celistvě. Jednotlivé sloupy jsou popsány v následujících kapitolách.

3.4.2 Odstranění stěžejních problémů

První sloup „Odstranění stěžejních problémů“ má za cíl snížit ztráty na efektivitě výrobních zařízení v důležitých oblastech. Proto je důležité stanovit priority problémů; neboť podniky mají zřídka možnost vyrovnat se s problémy současně. Na základě pravidla 80:20 může být pomocí cílených činností zabráněno při 20% příčin poruch 80% všech stání. Toto je možné vyjádřit pomocí Pareto-diagramu. První sloup není jednorázovým procesem, nýbrž částí neustálého zlepšování. Cyklus zlepšování je aplikován na stěžejní problémy. Jsou-li odstraněny stěžejní problémy, pokračuje se s dalšími stěžejními problémy do doby, dokud nejsou odstraněny všechny stěžejní problémy (v ideálním případě).

Oněch šest významných zdrojů ztrát lze nalézt na každém pracovišti. Jejich relativní poměr se mění v závislosti na charakteristice zařízení (např. typ/uspořádání zařízení a stupeň automatizace) a také na úrovni vzdělání spolupracovníků. Ke zjištění, které ztráty mají největší vliv na GAE, musí být identifikovány a evidovány v protokolu poruch. Jsou-li známy údaje o ztrátách, provede se Pareto-analýza. K odstranění stěžejních problémů se vytvoří tzv. zlepšovací týmy, které se v ideálním případě sestávají ze spolupracovníků různých oblastí výroby, údržby a kvality. K tomu patří strojní obsluha, technik, mistr, zámečnický a elektrikář. Vyskytnou-li se problémy, které se týkají jiných oblastí, vyzvou se k radě také spolupracovníci těchto oblastí (např. z plánování či konstrukce) [1]. Společně analyzuje tým příčiny chyb pomocí:

- Tázací metody 5-ti Proč
- Diagramu Příčina-Vliv
- PM-analýzy (u chronických ztrát)

Z analyzovaných příčin se vypracuje katalog opatření, který má za úkol odstranit hlavní příčiny a trvale vyřešit problémy. Poté, co se realizují opatření, se provede kontrola úspěšnosti a zachytí se získané výsledky.

3.4.3 Autonomní údržba

U druhého sloupu „Autonomní údržba“ jde o přenesení zodpovědnosti a senzibilizaci strojní obsluhy. Skrze to je požadována vlastní zodpovědnost za „jejich“ zařízení, aby se včas rozpoznaly nepravdivosti a anomálie, a aby se v první řadě zabránilo větším škodám. V oblasti zodpovědnosti se však objeví i malé opravy, které se provedou samostatně. Průběhem času se přenesou čím dál více úkolů údržby na strojní obsluhu k odlehčení údržby, aby se mohlo oddělení údržby např. intenzivněji věnovat analýze slabých míst a zlepšujícím činnostem. K tomu je zapotřebí zlepšit kooperaci mezi odděleními výroby a údržby. Je třeba opustit myšlenku „Výroba vyrábí - Údržba opravuje“ [2]. Autonomní údržba sleduje cíl zabývat se způsoby funkce zařízení a účinného rozdělení nutných opatření údržby.

Nástup do procesu se podaří nejlépe tehdy, když se strojní obsluha obeznámí s opatřeními údržby, inspekce a zprovoznění. Autonomní údržba je realizována v následujících sedmi krocích:

1. Základní čištění
2. Zdroje ztrát a kompetence pro ně
3. Předběžné standardy
4. Kvalifikace
5. Začátek autonomní údržby
6. Organizace a optimalizace
7. Autonomní údržba

V krocích 1-3 jde o to, dostat zařízení na určitou základní úroveň, která současně představuje výchozí stav autonomní údržby. Kroky 4 a 5 obsahují provedení důkladné inspekce a z toho odvozené opatření. Při tom je důležité definovat standardy, senzibilizovat pracovníky s ohledem na zařízení, a požadovat a prohlubovat stav znalostí o nezbytných opatřeních údržby. Obzvláště u kroků 4 a 5 jsou při realizaci zřetelně rozpoznatelné první úspěchy jako např. redukování poruch. V první řadě se v krocích 6 a 7 zakládají zlepšovací činnosti na zlepšených znalostech a zkušenostech při zacházení se zařízením. Zlepšovací činnosti zahrnují celkové prostředí zařízení, tím pádem i např. logistické děje. Všech sedm kroků se

staví navzájem na sebe a jsou účinné při realizaci pouze tehdy, když byl předchozí krok pochopen a zrealizován.

3.4.4 Plánovaný program údržby

Třetí sloup „Plánovaný program údržby“ obsahuje provedení opatření údržby, která zajišťují stabilní výrobní proces. V předchozí kapitole byly popsány relativně rozsáhlé práce údržby, které provádí obsluha zařízení. Při tom se jedná o rutinní opatření údržby, které nevyžadují žádné speciální znalosti o údržbě. U komplikovaných opatření, která vyžadují speciální know-how, zůstává zodpovědnost na odděleních údržby. K těmto činnostem patří [2]:

- Údržba zařízení, která vyžadují speciální pomůcky nebo nástroje
- Inspekce, které vyžadují drahé měřicí zařízení při posuzování stavu zařízení
- Časově náročné generální opravy, které se provádí mimo regulérní dobu výroby
- Opatření údržby s obzvláště vysokými požadavky vztahující se k bezpečnosti práce
- Analýzy přesahující kompetence oddělení, s vysokými požadavky na elektronické zpracování dat
- Rychlé zprovoznění při poruchách zařízení

Tyto jednotlivé činnosti se nechají v TPM-konceptu shrnout pod jeden celkový program a tvoří plánovaný program údržby. Stejně jako u postupu k dosažení autonomní údržby se tento program skládá ze sedmi kroků:

1. Priority údržby
2. Stabilní výchozí báze
3. IPS-systém
4. Údržba vztažená na proces
5. Optimalizace průběhů
6. Zlepšující údržba
7. Plánovaný program údržby

Cílem je krok za krokem nahradit poruchám podmíněnou údržbu systematickými a plánovanými postupy, aby se mohla provést opatření údržby bez velkého časového tlaku a bez potřeby hledat nouzového řešení. Tyto systematické a plánované postupy se provádí v čase, který vznikne díky tomu, že se zabrání časově náročným opatření při poruchách v režimu podmíněné údržby. Ušetřený čas lze využít pro plánovaná opatření údržby. V kroku 1 se stanoví priority. Pořadí se zprostředkuje a určí s pomocí Pareto-diagramu, přitom se však

nejdříve řeší největší problémy opatřeními údržby, na které se dohodla obsluha zařízení a oddělení údržby. Vedle priorit údržby se v 1. kroku zavede deník, do kterého se zanáší všechny jednotlivé události, které se přihodily na zařízení. V kroku 2 jde o to, trvale odstranit slabá místa na zařízeních. Opotřebí-li se např. část zařízení nezvykle rychle, musí být zjištěna příčina a zařízena náprava. Krok 3 obsahuje vytvoření informačního, plánovacího a řídicího systému pro oddělení údržby z důvodů jednoduchého a rychlého sbírání a vyhodnocování informací pro strojní park a činnosti údržby. Na tomto základě lze opatření údržby plánovat, řídit a koordinovat. Následuje 4. krok údržby vztažený na proces. Údržba vztažená na proces znamená, že zařízení výrobního procesu jsou pravidelně kontrolována, aby bylo možné rychle objevit a ošetřit anomálie, které by mohly způsobit poškození nebo ztráty [12]. To se děje na základě plánu údržby stejně jako pevně daných standardů údržby. V kroku 5 se optimalizují postupy k minimalizaci časového nároku na jednotlivé činnosti údržby; opatření údržby se při tom omezují a zlepšují. Díky tomu vzniká volný prostor začít s krokem 6, zlepšující údržbou. Ta má za cíl zvyšování spolehlivosti jednotlivých součástí zařízení, použití náhradních a opotřeбенých dílů s delší životností, a zvyšování výkonnosti (kvality a produktivity) zařízení. Poslední krok 7 obsahuje kontinuální další rozvoj zavedeného programu údržby.

3.4.5 Školení a trénink

Tento sloup představuje východisko pro celopodnikové zlepšení. Aby bylo TPM prováděno úspěšně, musí všichni spolupracovníci vědět, co je to TPM a jak funguje. Mají-li spolupracovníci znalosti o TPM konceptu, jeho nástrojích a metodách, jsou ochotnější ho více akceptovat a podporovat. Jelikož se koncept TPM, sestávající z člověka, stroje a okolí, považuje za hnací sílu pro jakékoli zlepšování, závisí jeho efektivní nasazení hlavně na kvalifikaci spolupracovníků. Tato kvalifikace je předmětem sloupu *Školení a trénink* a týká se jak obsluhy zařízení, tak spolupracovníků údržby. Nejedná se o profesní a další vzdělání, orientované na konkrétní podmínky a problémy dané výrobní oblasti [2]. Významný je vysoký podíl vzdělávání typu „Training on the Job“. Nejdůležitější oblasti školení a tréninku jsou:

- Základní znalosti
- Komunikační techniky pro týmovou práci
- Znalosti o údržbě
- Znalosti o výrobě

Jelikož TPM-koncept podléhá inovacím, je důležité zajistit a rozšířit je pomocí školení a tréninku. Proto má velký význam provádět školící program nejen při zavedení, nýbrž ho opako-

vat závisle na měnících se podmínkách. K získání přehledu o úrovni kvalifikace a potřeby školení a tréninku, je doporučeno zřídit pro každého spolupracovníka kvalifikační matici.

Sloup *Školení a trénink* se sestává ze sedmi kvalifikačních bodů:

1. Uvědomělost a podniku specifický výraz
2. TPM-základy
3. TPM-nástroje
4. Komunikační technika
5. Autonomní údržba
6. Plánovaná údržba
7. Znalosti o výrobě

Pro realizování TPM má velký význam bod 1, neboť vrcholový management určuje rámcové podmínky. Zde by nemělo být angažmá obsluh zařízení a spolupracovníků údržby požadováno, nýbrž být zažité. K zavedení konceptu, jako je TPM, je pro vedoucí pracovníky důležité rozeznat Ist-situaci a potřebu. Bod 2 (TPM-základy) se zabývá postupy, jak jsou zprostředkovány základní myšlenky TPM, neboť ony tvoří bázi k pochopení konceptu. Zde jsou např. smysluplné týmové pohovory, TPM brožury či informační tabule. V bodě 3 (TPM-nástroje) je upozorněno na TPM-nástroje a pomůcky, které se, jak již zmíněno v předchozích sloupech, nasazují k nalezení příčin nebo řešení problémů. Jedná se o techniky řešení problémů, vizualizace, standardizace a postupné a systematické metody.

Komunikační technika je důležitá, protože spolupracovník pracuje při TPM zásadně v týmu. Týmová spolupráce existuje pouze tehdy, když se na ní podílí a přinášejí nápady všichni členové. Diskutovat a pracovat v týmu má největší smysl procvičovat přímo v týmu, přičemž je třeba dbát na to, aby převažovala „pozitivní“ diskuze; styl kladení otázek by měl vypadat následovně: „Co je možné?“, nikoliv „Co nejde v žádném případě?“.

V rámci autonomní údržby se učí týmy základní znalosti údržby a pro danou výrobní oblast obdrží školící program na míru.

Plánovaná údržba zahrnuje stejným způsobem část školení pro plánovaný školící program údržby, který směřuje k pracovníkům údržby a rozšíření jejich znalostí.

V neposlední řadě jsou v dalším školení zlepšovány znalosti o výrobě pracovníků výroby a obsluh zařízení s ohledem na postupy přípravy, výměny nástrojů a nastavení stroje. Toto školení je nezbytné i pro pracovníky údržby, kteří musí znát podmínky ve výrobě, aby mohli analyzovat, proč nastávají poruchy opakovaně nebo právě na daném místě.

3.4.6 Prevence údržby

U sloupu *prevence údržby* jde o další rozvoj produktivity zařízení, udržovatelnosti a procesní bezpečnosti zařízení. To je již zohledněno ve fázi plánování a pořízení ke kontinuálnímu redukování nákladů na výrobu a údržbu. V tom jsou zainteresovány jak plánovači zařízení, tak i pracovníci údržby a obsluhy zařízení, neboť oni později v provozu obsluhují a udržují zařízení. Dodatečné know-how pracovníků je přínosem pro inovace výrobní zařízení s ohledem na obsluhovatelnost a udržovatelnost (již při vývoji vyráběných produktů). Díky včasnému rozpoznání chyb, může být např. zkrácena náběhová fáze, a tak sníženy náklady, během této fáze, a zvýšena efektivita. Opatření prevence údržby zahrnují celkový cyklus životnosti zařízení od vývoje až po likvidaci. Ty jsou rozděleny do sedmi fází:

1. Vývoj produktu
2. Koncept zařízení
3. Konstrukce zařízení
4. Výroba
5. Instalace
6. Náběh
7. Provoz

V prvních třech fázích je důležité, aby byly do plánování zařízení přineseny praktické zkušenosti z výroby a údržby, kupříkladu formou seznamu požadavků. Ve fázích čtyři až šest se vytvoří projektový tým skládající se ze spolupracovníků údržby, výroby a konstrukce, kteří kontrolují udržovatelnost a snadnost použití. Obzvláště ve fázi instalace vyjdou najevo slabá místa zařízení, která se pak můžou přímo eliminovat. Kromě toho se zde naskýtá možnost zlepšit zkušební režim. Ve fázi provozu vyjde najevo, zda se správně dbalo na všechna kritéria; neboť cíl prevence údržby obsahuje úplné splnění kritérií pro zařízení. Nezhlední-li se dostatečně v plánování a vývoji, následuje při vyskytujících se problémech zpětná vazba z oddělení výroby nebo údržby, aby se zabránilo problémům u další generace zařízení. Tímto začíná znovu koloběh sedmi fází od počátku.

4 Uvedení TPM do praxe u Volkswagen AG

4.1 Koncern Volkswagen

Koncern Volkswagen je celosvětově známý podnik s hlavním sídlem ve Wolfsburgu. Koncern zaměstnává celkem okolo 549.300 pracovníků, kteří každý pracovní den v celkem 100 závodech ve 22 zemích vyprodukují téměř 40.000 vozidel. Automobily nabízí Volkswagen ve více než 150 zemích světa [5]. Koncern Volkswagen je největším automobilovým výrobcem v Evropě a se značkou Toyota bojuje o to, stát se největším automobilovým výrobcem na světě. Tohoto cíle chce VW dosáhnout do roku 2018.

K lepšímu regionálnímu řízení je koncern Volkswagen členěn do šesti oblastí: region Evropská unie, region severní Amerika, region jižní Amerika/Afrika a region Asie-Pacifik [4]. Volkswagen Aktiengesellschaft je mateřskou firmou koncernu Volkswagen. Pod ní spadají vozidla značek Audi, Bentley, Bugatti, Ducati, Lamborghini, Porsche, SEAT, Škoda, Volkswagen, MAN a Scania. Každá značka má svůj vlastní charakter a na trhu operuje samostatně [4].

Ke skupinám koncernu Volkswagen patří také velké množství společností finančních služeb a pojištění, jako jsou např. Volkswagen Bank GmbH nebo Volkswagen Leasing GmbH. Tímto je koncern rozdělen na dvě divize; divize Automotive a divize finančních služeb. Koncern se skládá z přibližně 340 dceřiných společností [6]. Ve fiskálním roce 2012 docílil Volkswagen obrátu 192,67 mld. € se ziskem 21,9 mld. €. Při porovnání s obrátem v roce 2011 s 159,34 mld. €, to znamená nárůst o významných 20,9% [10]. Uváděním nových modelů na trh a povýšením resp. zatraktivněním stávajících generací, jako je např. VW Golf VII či nová Škoda Octavia chce Volkswagen dále zvyšovat svůj zisk a upevnit si tak celosvětově vedoucí pozici největšího automobilového výrobce. Oblasti působení v Evropě a celosvětově znázorňují zobrazení 5 a 6.



Zobr. 5: Závody produkující vozidla v koncernu Volkswagen (EVROPA)

Zdroj: Interní prezentace Werkvortrag_Standard_Schüler_kurz 2013, str. 4.



Zobr. 6: Závody produkující vozidla v koncernu Volkswagen

Zdroj: Interní prezentace Werkvortrag_Standard_Schüler_kurz 2013, str. 5.

4.2 Závod Volkswagen Kassel

Závod Volkswagen Kassel, největší zaměstnavatel v oblasti Nordhessen, disponuje celkovou plochou přes 3 mil. m², z čehož 1,8 mil. m² představuje plocha hal. Závod leží v Baunatalu, městě těsně hraničního s Kasselem. Zaměstnává 16.131 spolupracovníků. Skládá se z šesti různých výrobních závodů: montáž agregátů, výroba převodovek, slévárna a zpracování, lisovna a výroba karosérií, výroba výfukových systémů a - jako poslední nikoli co do důležitosti - koncernový odbyt resp. centrum originálních dílů (OTC).

Volkswagen Kassel je tzv. „závod komponentů“. Zde se vyrábí díly, které se dále použijí ve vozidlech na jiných místech. Je největším výrobcem převodovek v koncernu Volkswagen. sestav.

Dlouhodobým cílem závodu Kassel je změna a inovace. Ředitel závodu Dr. Hans-Helmut Becker říká: „My jsme závod“, čímž míní, že lidé jsou nejdůležitější část jeho fungování.

Jsou zde zavedeny KVP (kontinuální zlepšovací proces) a 3P (Production Preparation Process) workshopy vzdělávání – a sice ne proto, že to požaduje vedení, ale proto, že tím stoupá kvalifikace dělníků a kvalita jejich práce. Občas zcela banální maličkosti vedou k zásadním výrobním zlepšením. Pracovníci si uvědomí, že hospodárné nakládání se zdroji je pro ně důležité, zlepšení postupů a nakonec zvýšení produktivity má pozitivní vliv na každého z nich. Komunikace v závodu – jedna z nejdůležitějších, ne-li nejdůležitější složka pro úspěšnou změnu paradigmatu – umožňuje bezprostřední vtažení spolupracovníků do procesu vývoje. Podniková kultura je důležitý prvek úspěšnosti závodu i v budoucnu.

4.3 Výroba převodovek Kassel

Momentálně je vyráběno v samostatném závodě převodovek 13 typů převodovek s celkem 250 variantami v šesti nákladových střediscích, které jsou v závodě také známy jako Cost Center (CC). Je to mnoho typů, proto je snaha je v budoucnu zredukovat pomocí standardizace, neboť více variant prodražuje i finální produkt. Zaměstnaných je zde přibližně 5.000 pracovníků, kteří denně vyprodukují 17.000 převodovek. Celkem bylo již vyrobeno 110 mil. převodovek, z čehož 3,8 mil. jsou automatické převodovky (DSG) [5].

Důležitými prvky na cestě od otáček motoru k pohybu vozidla jsou také hřídele, vačky, objímky, ložiska, kryt, stejně tak velké množství dalších dílů, bez kterých by převodovka nemohla fungovat. V následující tabulce 1 jsou stručně charakterizovány jednotlivá CC.

	Převodovka	Počet pracovníků	Výroba	Zabudování v modelech
CC 1	MQ 350 MQ 500	680	3.100 převodovek/denně 764.000 převodovek/rok	VW Polo až VW T5 AUDI A3 a AUDI TT, a další
CC 2	MQ 250	760	3.800 převodovek/denně 939.000 převodovek/rok	VW Polo až VW T5 AUDI A3 a AUDI TT, a další
CC 3	ML 285 ML 310 ML 311 HA (HL600)	460	2.100 převodovek/denně 509.000 převodovek/rok	VW Passat až VW Phaeton AUDI A4 až AUDI Q7, a další
CC 4	DL 501 DQ 500	120	70 převodovek/denně 18.000 převodovek/rok	AUDI A4 až AUDI Q5 VW T5
CC 5	DQ 200 DQ 250	610	2.100 převodovek/denně 515.000 převodovek/rok	VW Golf až VW Passat AUDI A3 a AUDI TT, a další
CC 6	VL 300 VL 380/381	460	1.200 převodovek/denně 297.000 převodovek/rok	AUDI A4 až AUDI A8

Tab. 1: Charakteristiky CC

Zdroj: Becker, H-H. (2009), str. 38-43.

4.4 Výroba hřídelí ML 311 (CC 3)

Pracoval jsem v týmu, který vyrábí hřídele převodovky ML 311 (CC3), proto se bude k těmto výrobkům vztahovat i následující text. Písmena v názvu převodovky říkají, kde a jak je umístěna. Čísla jsou určena dle maximálního krouticího momentu (v Nm). Tak např. u ML 311; ML – Mitte längst (uprostřed podélně) s max. krouticím momentem 311 Nm.

Výrobní postup začíná dodávkou polotovarů. Ty jsou okovány, rovně soustruženy a dutě provrtány. Robot vezme díly a položí je na palety řetězce. Tak začíná výroba.

Nejdříve je hřídel soustružena. Díky tomu získá hladký povrch, zbaví se matného povrchu kovaného produktu. Následuje rovnání, při němž se vyrovnají křivosti, které vznikly v hřídeli po předchozím pracovním kroku. Pak je vyfrézováno a odžebrované vnější ozubení. Pomocí válcování se vryje zástrčné ozubení v procesu tváření za studena. Pak jdou hřídele do kalírny, kde se kalí při 950°C více hodin. Při předrovnání v pozdějších krocích se – stejně jako u rovnání – vyrovnají malé křivosti. Hřídel postupně chladne. Při 200°C se vysune z pece, aby zmizela napjatost z kovu. Následuje konečné rovnání a tryskání, aby se plocha více dodatečně zhutnila. Kalírno-expressem jde hřídel zpět k mechanickému zpracování. Po vytvrzení

je hřídel znovu soustružena. Přitom se perfektně brousí místa pro ložiska, Také ozubení je znovu broušeno předtím, než se hřídel konečně zabuduje do jedné z mnoha převodovek. Jakmile skončí jedna hřídel na konečné montážní lince, má za sebou 17 kroků zpracování [7].

Oddělení ML 311, neboli také nákladové středisko 4166, interně označeno HGK-3/4, vyrábí hnací a spojovací hřídele, přičemž spojovací hřídele jsou dvojího typu: pro normální přední náhon a pro náhon na všechna čtyři (quattro). Oddělení má obdélníkový obrys, a je rozděle-
no na čtyři čtvercové k sobě přiléhající oblasti:

- obrábění před (měkké) a po (tvrdé) kalení
- obrábění hnacích (AW) a spojovacích hřídelí ZW

V oddělení pracuje na 3 směny 34 pracovníků strojní obsluhy, pod vedením 2 mistrů. Na jednu směnu pracují elektromechanik, ekonom, 4 pracovníci řízení výroby a údržby a vedoucí oddělení. Strojový park obnáší celkem 32 strojů (viz tabulka 2). Stroje jsou vybaveny počítači, které zaznamenávají informace o odpracovaných cyklech. Počítače evidují počet skutečně odpracovaných hodin. Ty slouží k zjištění disponibility stroje (viz str. 47, zobr. 12). Transport dílů mezi jednotlivými operacemi je řešen částečně pomocí dopravníků resp. průmyslových robotů Felsomat a částečně pomocí manuálně obsluhovaných vozíků s koši pro hřídele. V tabulce 2 jsou uvedeny jednotlivé kroky obrábění hřídelí ML 311.

Počet strojů	Hnací hřídel	Spojovací hřídel (přední + quattro)	Počet strojů
1	zkrácení/vycentrování	zkrácení/vycentrování	1
4	soustružení	soustružení	3
(1)	rovnání*	rovnání*	(1)
3	frézování	frézování	2
1	válcování	válcování	1
1	vrtání	vrtání	1
1	zbavení otřepů		
	kalení	kalení	
1	broušení zápichů	soustružení zápichů	1
1	broušení míst pro ložiska	broušení míst pro ložiska	2
1	broušení ozubení	vnitřní broušení vyvrtání	1
		honování	3

* Stroje pro rovnání nejsou zahrnuty do optimalizace údržby zařízení

Tab. 2: Pracovní postupy ML 311

Zdroj: vlastní znázornění

Výroba je řízena pomocí systému Kanban. Kanban – japonský pojem, který znamená „karta“, „tabule“ a „doklad“, je metoda k řízení výrobních a logistických procesů. Produkovaná množství popř. přistavené materiály a díly se přitom přísně orientují na skutečnou potřebu požadovanou oddělením. Materiál, díly a meziprodukt jsou požadovány výrobními oblastmi, naproti tomu konečný produkt zákazníkem. Jádrem řízení jsou karty, které se zastrčí do Kanban-Board při spotřebě materiálu popř. při vyexpedování produktu. Tímto způsobem je tak signalizováno předzásobenému místu, že bylo vyčerpáno určité množství. Tím je vyvolána dodatečná dodávka nebo dodělávka. Kanban-Board si tak vytváří „samostatně řízený oběh“, klesají zásoby materiálu a dílů v celém výrobním procesu, neboť není v ideálním případě zapotřebí žádných rezerv [7].

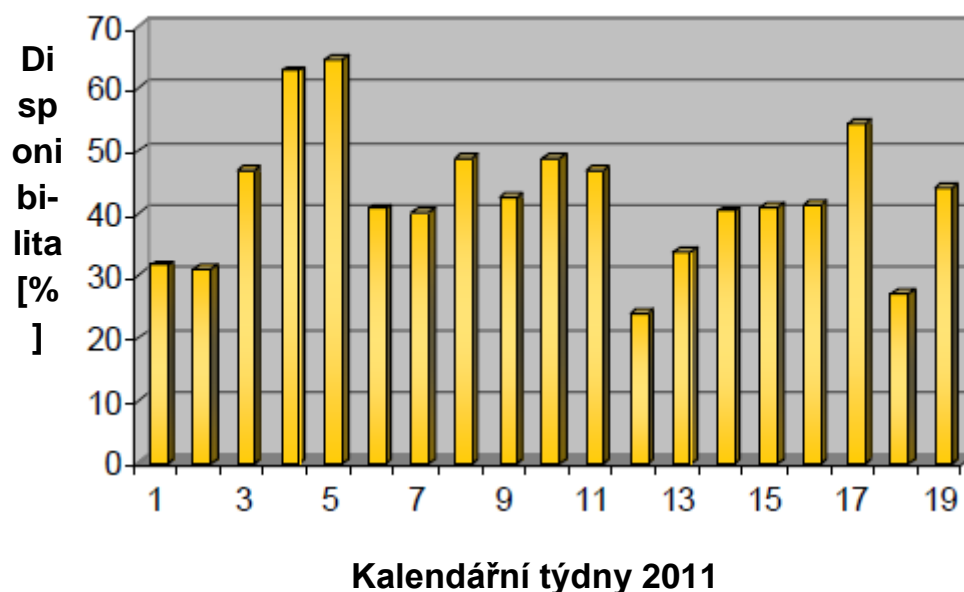
V příloze A je znázorněn plán uspořádání pracoviště resp. zařízení v oddělení výroby hřidelí ML 311.

4.5 Podmínky k uvedení do praxe

Jak již bylo zmíněno v kapitole 4.2, je závod Kassel zainteresován na optimalizaci interních procesů. Podstatným předpokladem pro realizaci TPM je připravenost managementu, vést a podporovat tyto činnosti. K tomu patří přenesení zodpovědnosti a kompetencí na týmy, které jsou nositeli přidávané hodnoty a jsou podle toho i odměňováni.

Nakajima jmenuje tři podstatné podmínky k úspěšné realizaci zlepšovacích aktivit: Yaruki – motivace, Yaruude – kompetence a Yaruba – pracovní prostředí [13]. Zatímco součástí TPM-konceptu je vzdělání a další vzdělávání pracovníků, patří vytvoření pracovního prostředí, které podporuje zavedení TPM, k předpokladům pro implementaci. TPM bylo již od roku 2000 zařazeno mezi prvky organizace práce a procesů v koncernu Volkswagen.

Ve výrobě převodovek Kassel se nyní klade otázka, na jakém místě by se mělo TPM aplikovat resp. znovu realizovat. Jelikož převodovky oblasti CC3 (ML 285, ML 310, ML 311, HA (HL600)) se vyrábí pro dražší modely značky AUDI a tak je zde požadována nejvyšší kvalita, byla pro TPM vybrána tato oblast. V každém oddělení se realizací TPM zabývali různí lidé, odděleně, neboť pro každé oddělení existují různé specifické, avšak ne velké, rozdíly ve výrobě a údržbě. Tyto úkoly jsou v ML 311 převzaty oddělením řízení výroby, které zadalo provedení analýzy momentální disponibility soustruhů, na kterém jsem se podílel - viz zobrazení 7.



Zobr. 7 Průměrná disponibilita jednoho soustruhu

Zdroj: vlastní znázornění

Zde je míněna technická disponibilita, během které při 100% zatížení nenastává vynucené zastavení zařízení. Kromě toho se vychází z toho, že je jedno, kde se vyskytne porucha, zařízení není 100% k dispozici. Vzorec pro technickou disponibilitu zní:

$$V_t = \left(1 - \frac{\text{doba výpadku}}{\text{doba provozu}} \right) \cdot 100$$

Doba provozu obnáší 480 hodin, neboť zařízení pracují ve třech směnách po pět dnů v týdnu. Pro výrobu hřídelí to znamená, že např. v březnu během doby sledování bylo vyrobeno maximálně 78% z normálně možných 1200 hřídelí za den. Aby bylo možné analyzovat efektivitu zařízení a znázornit příčiny ztrát, je zapotřebí přesné analýzy případů poruch zařízení, což bude popsáno níže.

4.6 Současný stav údržby

Současný stav údržby se odehrává ve dvou fázích. Zaprvé se jedná o aplikování systému pořádku a čistoty (viz příloha B) obecně v celém oddělení. Zadruhé jde o detailní údržbu jednotlivých strojů (viz příloha C).

V prvním případě se věnuje pozornost údržbě jedenkrát týdně a je jí věnována 1 hodina. Čištění se provádí následovně:

Pondělí pozdní směna	20:30 - 21:30
Pondělí noční směna	22:30 - 23:30
Úterý ranní směna	06:30 - 07:30

Každé směně (Schicht A, B, C) náleží jedna oblast čištění v oddělení. V příloze jsou tyto oblasti barevně rozlišeny. Čištění zařízení se provádí na základě principu „patronátu“. Každý dělník má na starost jedno zařízení a zodpovídá za jeho čistotu a udržitelnost. Při nepřítomnosti „patrona“ určí týmový mluvčí zastoupení.

Rozsah čištění:

- 1) Vyčistit vnější povrch stroje a olejovou vanu
- 2) Zamést a vytřít podlahu
- 3) Vyčistit okolí zařízení
- 4) Vyčistit čističky
- 5) Vyčistit Busket-Buffer
- 6) Pořádek (vše na svém místě)
- 7) Vyčistit místa SPR

V druhém případě je na každém stroji zavěšen plán čištění a údržby. Dělník je seznámen s tímto plánem a musí si pamatovat, co vše je třeba preventivně dělat. Na plánu je sepsán seznam potřebných činností údržby a čištění s intervaly. Vedle toho je poznamenáno, kdo je za co zodpovědný. Úspěšnost této údržby záleží na tom, do jaké míry je údržbě přikládán význam pracovníky, resp. jak poctiví jsou pracovníci při dodržování, neboť tyto činnosti se nikam nedokumentují. Problém tohoto řešení spočívá ve dvou bodech. Zaprvé plán čištění a údržby je na stroji umístěn nepřehledně, založen mezi jinými listy. Zadruhé dělníci vědí, co mají dělat, ale nejsou si často vědomi toho, že je třeba tyto činnosti provádět pravidelně a preventivně. Často tak dochází k poruchám, protože nebyly dodrženy intervaly plánu údržby. Dalším problémem je také skutečnost, že na plánech nejsou napsané všechny činnosti, a že plány jsou zastaralé.

4.7 Kroky realizace

4.7.1 Fáze přípravy

Ve fázi přípravy byla provedena přesná analýza případů poruch zařízení resp. zhotovení přehledu potřebných činností k údržbě. Tato analýza se uskutečnila pomocí rozhovorů jednotlivých (všech) pracovníků na odpovídajících pracovištích. Poruchy a přehled činností byli zaznamenáni z důvodu dalšího zpracování. V této fázi byla naplánována opatření a stanoveny přípravy k dosažení pokud možno nejlepší fáze implementace. S činnostmi přípravy se začalo 3.4.2011. Tomu předcházelo vyjasnění organizačních otázek a souhlas managementu k zavedení TPM. Další kroky jsou popsány následovně:

1. krok: TPM-organizace

K úspěšné instalaci TPM do podniku, musí být vytvořena v závodě resp. v koncernu organizační struktura. Ta podporuje pokrok a úspěch TPM-implementace. Jelikož koncern Volkswagen, jak již bylo zmíněno, zavedl TPM do více oblastí, vzniká tak TPM-organizace, která byla přizpůsobena specificky v každé oblasti samostatně. V oddělení ML 311 byli vybráni spolupracovníci, kteří se starají, popř. kteří zodpovídají za vývoj a implementaci TPM. Vytváří tak tzv. TPM-team.

Hlavní roli zde hraje vedoucí oddělení, který iniciuje a dává souhlas k realizaci jednotlivých kroků TPM. Zároveň tak zastává funkci konzultanta pro TPM-patrona.

TPM-patron má vedoucí zodpovědnost za vývoj a realizaci TPM. Tato úloha připadla autorovi této práce. Hlavním úkolem TPM-patrona je konzultovat se všemi pracovníky oddělení problémy a jejich možná řešení. Je strůjcem nápadů ke zlepšení.

Klíčová funkce přísluší TPM-koordinátorovi, který má zkušenosti v oblasti údržby a výroby. Ten je později zodpovědný za vedení opatření a motivaci spolupracovníků při realizaci a má tímto bezprostřední vliv na kvalitu a úspěch TPM-programu. Tato úloha byla určena mistrům v oddělení.

Týmoví mluvčí jsou odborníci, resp. nejvýše kvalifikovaní spolupracovníci týmu, obsluhující stroje, kteří zjišťují a analyzují problémy přímo na místě. Tyto problémy či poruchy se dokumentují a jsou později projednány v týmu, směřované především na TPM-patrona k nalezení řešení.

TPM-team je nejvíce zainteresován na realizaci TPM a schází se tak pravidelně k tzv. TPM-termínu, prodiskutovat aktuální stav zpracování domluvených opatření.

2. krok: instalační strategie

V instalační strategii se pevně určilo pořadí zavedení TPM-kroků. Jelikož v oddělení byl již zavedený plán údržby a čištění, začalo se krokem standardizace. Jejím předpokladem bylo přepracování, aktualizace a doplnění stávajícího řešení. Jednalo se zde o standardy:

Kdo? Kdy? Co? Kde? Jak?

Tyto standardy byly upraveny resp. přizpůsobeny ke konkrétnímu případu, vedoucí k zjištění požadovaných změn v pracovní systematice údržby zařízení. Otázkami se tak staly následující:

- | | | |
|----------------|-------|-------------------------------|
| A) Kde? | resp. | Na kterém stroji? |
| B) Jak? | resp. | Pomocí čeho, jakým nástrojem? |
| C) Co? | resp. | Co je třeba čistit/udržovat? |
| D) Kdo? | resp. | Kolik spolupracovníků? (PS) |
| E) Jak dlouho? | | |
| F) Kdy? | resp. | Jak často, v jakém intervalu? |

Vypracoval se přehled skutečných žádoucích činností údržby, s nimiž bylo třeba seznámit ostatní pracovníky. Příklad je ukázán v tabulce 3 a vysvětlen níže. Tabulka se stala nezbytným podkladem pro fázi implementace.

Čištění zařízení měkké výroby					
Hnací hřídel					
Stroj	Nástroj k čištění	Úkol	PS	Čas	Interval
Scherer 62	viz poznámka a	viz poznámka a	1	3 min.	každé 1,5 hod.
	- II - b	- II - b	1	5 min.	každý 2. den
	- II - c	- II - c	1	1hod.	týdně v pátek
...

Tab. 3: Čištění zařízení zevnitř, příklad

Zdroj: vlastní znázornění

Pozn.:

a – nástroj: vzduchotlaká pistole, ochranné brýle, hák na špony

– úkol: vymést špony pomocí koncovky pistole, avšak bez použití vzduchu

- b – nástroj: odtahovač vody s houbou, hadr, „čistící“ vodu
 - úkol: vyčistit okno stroje
- c – nástroj: špachtle, čistící sprej (čistič), 2x hadr
 - úkol: vyčistit zastudena revolver, lunetu a vnitřní prostor od nečistot mazání

Pole byla označena barevně:

- žlutě, pokud bylo třeba změnit způsob čištění (např. nahradit vzduchotlakou pistolí, vysavačem na špony),
- zeleně, pokud se jednalo o zásadní změnu intervalu,
- světle modře, pokud se jednalo o čištění způsobené přetrvávající poruchou.

3. krok: TPM-cíl

Cíl maximalizovat efektivitu zařízení pro výrobu hřidel byl stanoven v jednotlivých krocích. Jako základní data posloužily hodnoty technické disponibility stejně jako záznamy poruch. Cíl spočívá v tom, zvýšit technickou disponibilitu všech zařízení přes 80 % a snížit týdenní dobu poruch pod 20 hodin. Jednotlivé kroky realizace cíle jsou vysvětleny v kapitole 4.7.2.

4.7.2 Fáze implementace

Fázi implementace předcházelo intenzivní zabývání se nápady a možnostmi řešení zaváděného TPM-konceptu. Po konzultaci s vedoucím oddělení bylo dohodnuto, že TPM-koncept by měl směřovat k tomu, aby mohl být později zaveden resp. spojen se současným řízením výroby, tedy systémem Kanban.

Jako první se věnuje pozornost tomu, z kterých prvků se skládá řízení údržby, a co charakterizuje. A pak bude vysvětleno, jak funguje řízený oběh TPM.

Intervaly činností údržby byly rozděleny na 2 druhy:

1) Turnus 1

- | | |
|-----------------------------------|--------------------|
| - každou hodinu (jeden vozík) | - každé 2,5 hodiny |
| - každou hodinu / 60 součástí | - konec směny |
| - každou 1,5 hodiny (jeden vozík) | |

2) Turnus 2

- | | |
|--------------------------------|-------------------|
| - Denně | - každé 2 týdny |
| - každý 2. den | - měsíčně |
| - každý 2. den / FW | - každých 6 týdnů |
| - každý 4. den / 3000 součástí | - každé 2 měsíce |
| - týdně | - ¼ ročně |

- týdně / WWS
- týdně v pátek
- ½ ročně
- každých 7 měsíců / SSW

TPM-karty:

Lindenmaier 20	Čištění zřízení uvnitř	Číslo stroje 17	Umístění oblast 4		Výroba měkká	Lindenmaier 20	Čištění zřízení uvnitř
		Nástroj k čištění	Úkol				
		smetáček, háček na špony, vysavač	Kompletně vyčistit špínu a špony zevnitř				
		vzduchotlaká pistole, ochranné brýle	Vyfoukat dočista filtr pomocí vzduchotlaké pistole				
		PS 1	Čas 25 min.	Turnus konec směny			
Pokud naleznete tuto kartu, prosím ohlásit na tel.:							

Zobr. 8: TPM-karta, příklad

Zdroj: vlastní znázornění

Pro další vysvětlení se z výše znázorněného příkladu definuje žlutá barva jako výplň a modrý okraj jako barva karty. Lindenmaier 20 je interní označení stroje. V příloze D jsou k zhlédnutí reálné TPM-karty.

TPM-karty pro turnus 1 jsou modré a bílé barvy se žlutou výplní. Modrá značí turnus každé 2,5 hodiny a konec směny, bílá turnus každou 1,5 hodiny a častěji.

TPM-karty pro turnus 2 jsou červené, žluté a zelené barvy s oranžovou, zelenou a modrou výplní. Barva karty označuje četnost turnusu; červená pro úkoly s opakovaností týdně a častěji, žlutá pro měsíčně a častěji, zelená pro ročně a častěji. Barva výplně stanovuje zodpovědnost pro splnění úkolů na kartě, resp., které směně karta náleží; oranžová směně 3B, zelená směně 3A, modrá směně 3C. Rozdělení úkolů do směn proběhlo na základě výpočtu celkového potřebného času k údržbě všech strojů. Čas se porovnal s počtem pracovníků ve směně a rovným dílem byly úkoly směnám přiřazeny.

TPM-tabule:

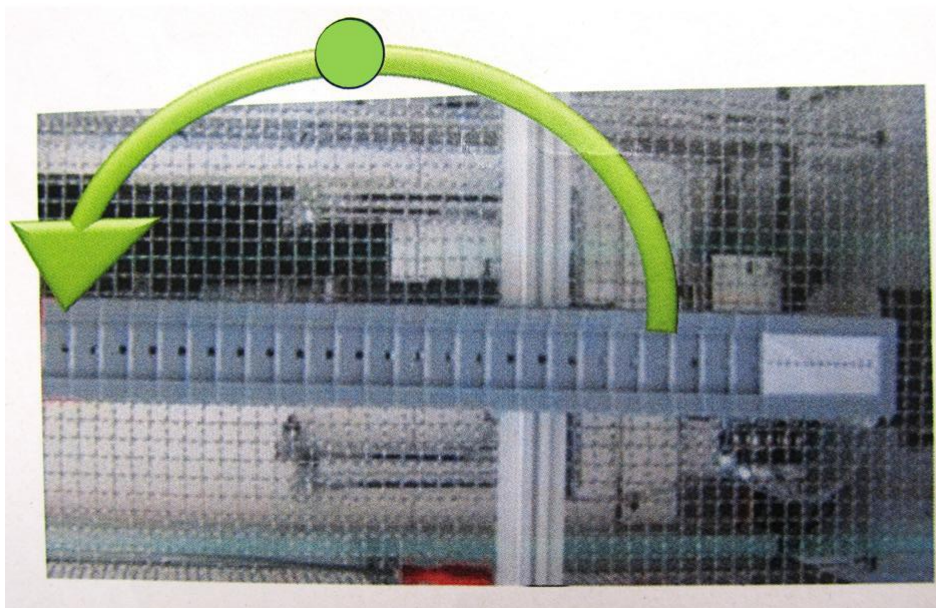
Jedná se o 2 tabule; jedna v měkké a jedna v tvrdé výrobě. Na tabuli jsou přimontovány barevné TPM-sloty seřazené zprava doleva do 5 sloupců a ze shora dolů dle četnosti turnusu; od denně až po každých sedm měsíců / SSW. Vedle slotů vlevo jsou označeny turnusy a

časy, kdy je třeba provést resp. zadat úkoly údržby. Tak např. u turnusu „každý 2. den“ jsou určeným čas pro zadání úkolu dny úterý a čtvrtek, podobným stylem se stanovily časy pro ostatní turnusy. Na tabuli se dále nachází propiska a list opatření, vyplňován pracovníky z důvodu další kontinuální optimalizace údržby.

Každá tabule má svůj vlastní řízený oběh.

TPM-slots:

Jsou dvojího druhu a zastrkávají se do nich TPM-karty. Zprvce se jedná o barevné sloty na TPM-tabulích, zadruhé šedé sloty (zobrazení 9) vždy u stroje prvního v pořadí jedné ze čtyř oblastí výroby. Šedé jsou tedy čtyři; 1. u soustruhů pro AW (měkká), 2. u soustruhů pro ZW (měkká), 3. u soustruhu ZW (tvrdá), 4. u brusky AW (tvrdá). V šedých slotech se vždy nachází TPM-karty pro turnus 1, seřazené od shora dolů tak aby jednomu slotu odpovídal interval zpracování jednoho vozíku hřídelí / 60 dílů. Barevné jsou opět dány četností intervalu, stejně jako u karet pro turnus 2, tedy červené, žluté a zelené.



Zobr. 9: TPM-slots, šedé

Zdroj: vlastní znázornění, interní foto oddělení HGK-3/4

TPM-kapsy:

Kapsy s označením „Zpracované TPM úkoly“ (zobrazení 10 vpravo) se nachází zprvce vždy na stroji posledním v pořadí jedné ze čtyř oblastí výroby. Zadruhé je tato kapsa připevněny spolu s TPM-kapsou „Ke zpracování“ (bez označení, zobrazení 10 vlevo) na každém vozíku s koši pro hřídele.

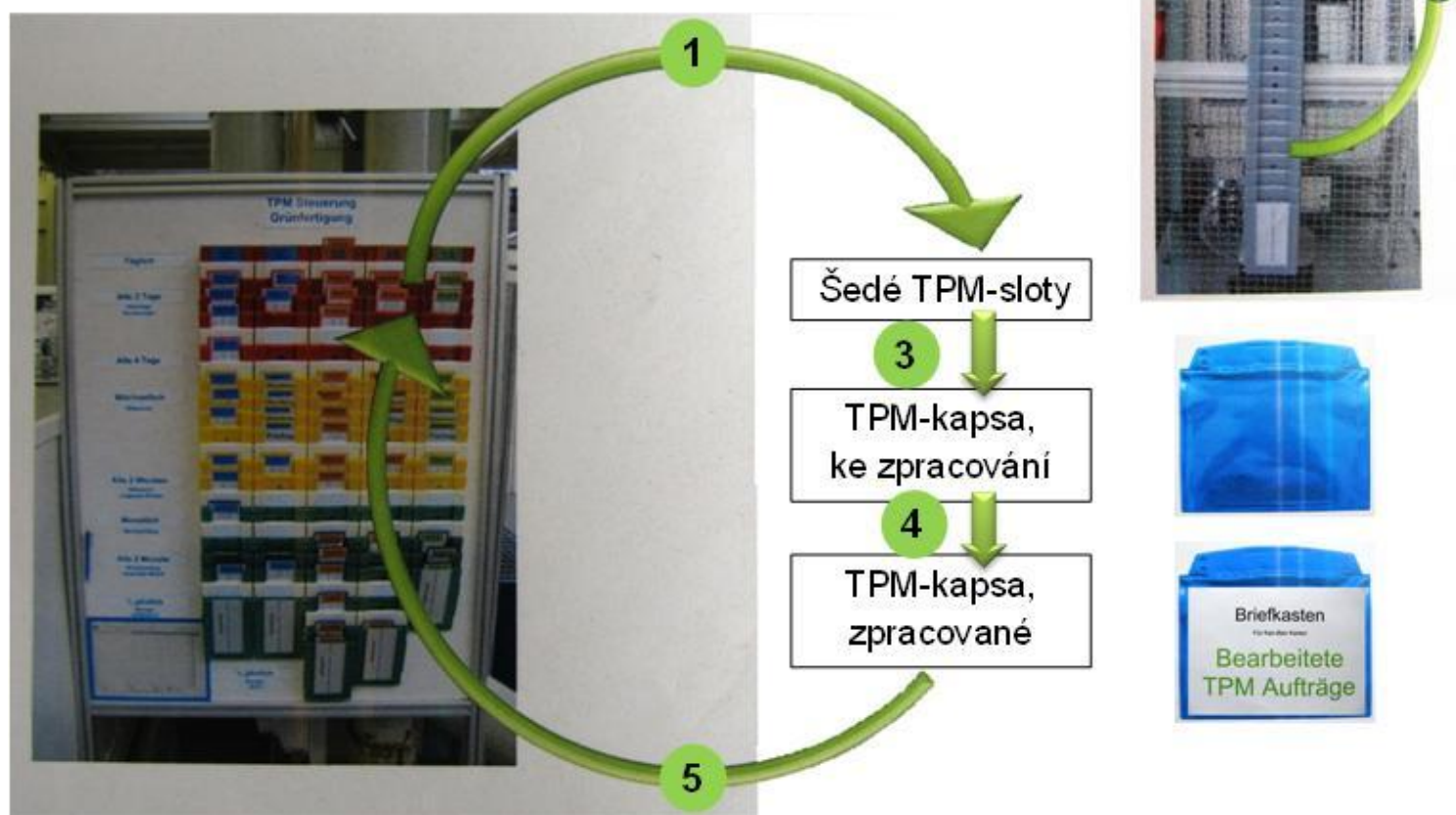


Zobr. 10: TPM-kapsy

Zdroj: vlastní znázornění, interní foto oddělení HGK-3/4

Řízený oběh TPM:

Řízený oběh TPM se vysvětlí pomocí zobrazení 11.



Zobr. 11: Řízený oběh TPM

Zdroj: vlastní znázornění, interní foto oddělení HGK-3/4

Jedenkrát denně, zpravidla před začátkem pozdní směny (14:15 – 14:30) vybere TPM-koordinátor z TPM-tabule potřebné úkoly k provedení a zastrčí je do šedých slotů, rovnoměrně k ostatním kartám turnusu 1. Dělník při zastrčení jednoho vozíku do procesu zpracování vyprázdní jeden slot s kartami a zastrčí je do TPM-kapsy, ke zpracování. Každý další dělník u dalšího stroje v pořadí si při obdržení vozíku před následujícím opracováním vezme ven kartu/karty náležící stroji, který obsluhuje. Pokud úkol provede, zastrčí kartu do TPM-kapsy, zpracované TPM úkoly. Pokud dělník úkol nesplní, resp. nestihne splnit, do konce směny zastrčí kartu do TPM-kapsy, ke zpracování. Po dojetí vozíku s hřídeli k poslednímu stroji dané výroby, a ne-/zpracování úkolů jemu určených, strčí obsluha tohoto stroje zpracované úkoly do TPM-kapsy „Zpracované TPM úkoly“, umístěné na stroji. S nezpracovanými úkoly jde dělník zpět k šedým slotům a vloží je úplně nahoru do prvního slotu z toho důvodu, aby byly splněny jako první v pořadí. Před začátkem další směny vybere týmový mluvčí z TPM-kapsy „Zpracované TPM úkoly“, na stroji, TPM-karty s turnusy 1 a zastrčí je do šedých slotů znovu od shora dolů, dle výše zmíněného systému (1 slot – 1 vozík). Před začátkem pozdní směny dalšího dne vybere TPM-koordinátor karty z kapes „Zpracované TPM úkoly“, na stroji. Potřebné úkoly ke zpracování (tzn. turnus „denně“) si ponechá v ruce, jde k TPM-tabuli. Ke kartám s denním turnusem připojí další potřebné úkoly ke splnění, pokud nějaké jsou. Poté, co má TPM-koordinátor vybrané TPM-úkoly ke zpracování, zastrčí zpět do slotů na tabuli zpracované TPM-úkoly z předešlého dne. Následovně jde k šedým slotům a cyklus se znovu opakuje.

4.7.3 Fáze stabilizace

V posledním kroku realizace TPM, fázi stabilizace, jsou zlepšovány popř. zdokonalovány stávající řešení činností a do budoucna stanoveny vyšší cíle. V Japonsku nastává tento bod tehdy, když se firmy uchází o cenu JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance).

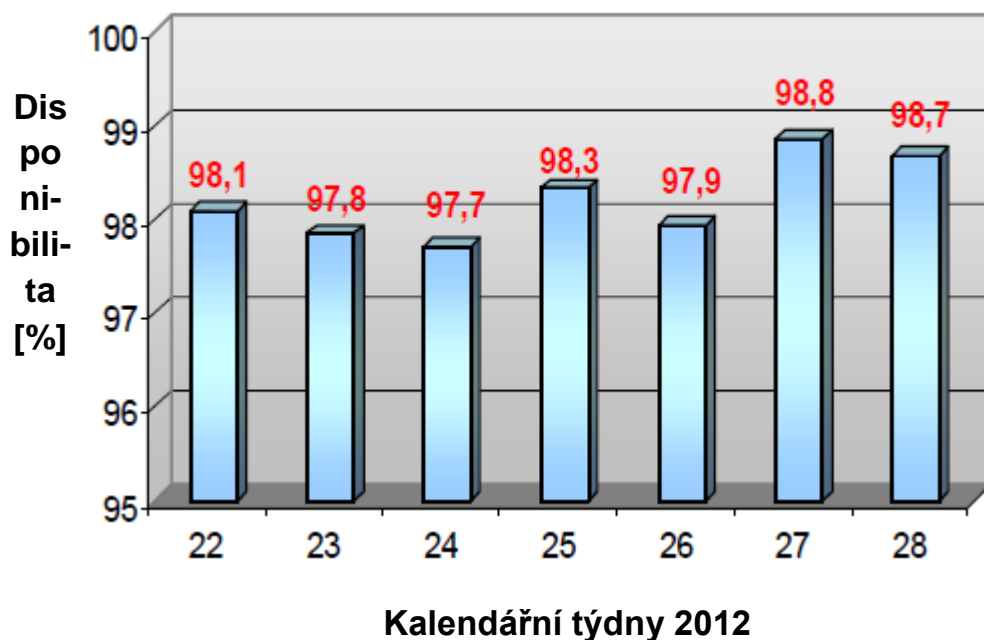
Jelikož v oddělení výroby hřídelí je TPM nové téma resp. téma s novými strukturami a metodami, bude konceptu trvat, než budou moci být kladeny vyšší cíle. Rozšíření popř. přizpůsobení konceptu se dělo v průběhu „užívání“ TPM-systematiky. Příkladem je postupné opouštění od původních „nepřehledných“ plánů čištění a údržby. Jako další byly TPM-patronem vypracovány návrhy na zlepšení a zjednodušení údržby. Z nichž jeden byl úspěšně realizován a náležitě ohodnocen. Tyto návrhy byly projednány a schváleny při TPM-termínech. Díky

vytvořenému přehledu činností na TPM-karty se vizualizovalo a standardizovalo rozdělení práce mezi strojními obsluhami a pracovníky řízení údržby. Zdokonalená komunikace mezi dělníky a pracovníky řízení údržby vedla k svědomitějšímu obsluhování zařízení. To byl můj první úspěch při zavádění TPM.

4.8 Možnosti při realizaci TPM

Hlavním úkolem TPM je zabránit poruchám k dosažení vyšší dostupnosti zařízení. Kromě toho poznají pracovníci, strojní obsluha a pracovníci údržby díky TPM lépe svá zařízení. Prvním krokem je aplikování SOS, kdy spolupracovníci pečlivě čistí a kontrolují zařízení. Již v této fázi získají pracovníci první pozitivní zkušenosti s TPM. Díky standardizovanému čištění, údržbě a přechodu k autonomní údržbě, se stupňuje cit pracovníků pro „jejich“ zařízení. Standardy podléhají neustálému přepracování a zlepšování strojními obsluhami.

Důležitým prvkem pro zásobování montážní linky je zvýšení dostupnosti zařízení. Díky konsekventnímu zpracovávání identifikovaných vad a hlavních bodů problémů se redukují poruchy. První pozitivní dopad na technickou dostupnost ukazuje vývoj údržby soustruhu Scherer 62, jak je vidět na zobrazení 12.



Zobr. 12: Disponibilita soustruhu Scherer 62

Zdroj: vlastní znázornění

Jak již bylo zmíněno, je TPM dlouhotrvajícím konceptem, který ukáže úspěchy, např. v oddělení výroby hřídelí, teprve po 1-2 letech. Rozhodující při tom je, aby TPM byl např. realizován ve všech oblastech výroby převodovek ML 311, z důvodu zvýšení disponibility všech zařízení spojených s výrobou převodovky ML 311. Díky TPM se zařízení dostanou do optimálního stavu, z které vzejde vysoká procesní kvalita.

Další možnost spočívá ve školení spolupracovníků a rozšiřování jejich kvalifikačních matic o činnosti údržby. Tato opatření zvýší motivaci pracovníků. Aplikování TPM vede také často k tomu, že TPM-team produkuje větší množství zlepšujících nápadů v rámci KVP. KVP je management nápadů Volkswagen AG, který podporuje potenciál nápadů a kreativitu všech spolupracovníků. Jelikož jsou nápady v průběhu managementu nápadů dodatečně honorovány, nezvyšuje se tak jenom motivace spolupracovníků, nýbrž se také kontinuálně zlepšují a optimalizují zařízení.

Nakonec je třeba říct, že TPM nabízí značné možnosti. Pokud spolupracovníci zaznamenají, že jsou při jejich práci podporováni, jsou tudíž pak také připraveni, aplikovat ono velké množství požadavků z TPM-konceptu, aby mohly být realizovány jmenované možnosti.

4.9 Překážky ve velkém podniku

Ve velkém podniku jako je Volkswagen musí být vnímaná následující problematika. Jak již zmíněno, představuje TPM koncept, který vyžaduje upevnění smyslu pro činnost všech týkajících se spolupracovníků. Při tom nestačí přenést TPM-systematiku na osoby. TPM musí být součástí ve všech oblastech a hierarchiích denní práce.

Důležitý faktor k úspěšné realizaci TPM spočívá ve schopnosti motivovat a udržet pracovníky po delší dobu. Proto musí být vysloveny pochvaly a uznání za dosažené výkony. V podniku velikosti Volkswagenu je téměř nemožné, aby vrcholový manažer zastihnul všechny spolupracovníky osobně. Proto je tím pověřen bezprostřední nadřízený tým.

Také myšlení na úrovni oddělení může být překážkou při realizaci TPM. Všechna oddělení musí být přesvědčena nutností TPM. To je složité především ve velkém podniku. Musí zde být vykonána přesvědčovací činnost pro smysluplnost a šance zavedení TPM. Pokud se toto nepodaří, nedokážou nadřízení dostatečně motivovat své podřízené.

Při zavádění TPM v oblasti výroby hřídelí tento problém nenastal, neboť aplikování konceptu se odehrálo na úrovni oddělení, kde již existovalo velmi blízké spojení mezi nadřízenými a jejich spolupracovníky.

5 Závěr

Cílem této práce bylo představit zavedení TPM-konceptu ve firmě Volkswagen AG, Werk Kassel v oddělení výroby převodovek a jeho implementaci na příkladu výrobní buňky pro výrobu hřídelí.

Nejprve byly vysvětleny pro pochopení problematiky důležité pojmy a terminologie, která se týká oblasti údržby výrobních zařízení. Širší prostor byl věnován koncepci Total Productive Maintenance (TPM), která má za cíl maximalizaci výkonnosti zařízení. K tomu slouží obsáhlá předcházející údržba, která musí být zajištěna po celou dobu životnosti strojového parku, a do které jsou zapojeny všechny úrovně řízení.

Dále byla popsána praktická realizace TPM v koncernu Volkswagen AG, Werk Kassel v oddělení výroby převodovek ML311.

Základní prvky pro zavedení TPM-konceptu v oddělení výroby převodovek byly ustaveny a postup byl rozpracován do fáze implementace. V praxi byly realizovány jednotlivé kroky - ustavení TPM-teamu, dohodnutí TPM-termínů a analyzování hlavních příčin poruch.

Již první realizovaná opatření TPM měla pozitivní vliv na dílčí oblast výroby hřídelí (viz graf vývoje technické disponibility soustruhu Scherer 62 v kapitole 4.8). Opatření směřující ke zdokonalování komunikace mezi pracovníky řízení údržby a pracovníků u strojů znamenala přínos při odstraňování poruchovosti a získávání informací, které mohou být využity pro další zlepšení. Jednotlivé kroky, jako je rutinní práce údržby dle plánu čištění a údržby, musí být v budoucnu pevně ustáleny.

Aby bylo možné zkontrolovat, zda byl koncept směřující k autonomní údržbě úspěšný, bylo doporučeno využít získané zkušenosti z ostatních oblastí výroby a provést v odpovídajících intervalech audity. Ty zhodnotí přínosy zavedení TPM v jednotlivých oblastech. Provedení auditu v oblasti výroby hřídelí má smysl jen pokud ostatní oblasti výroby zavedou TPM-koncept.

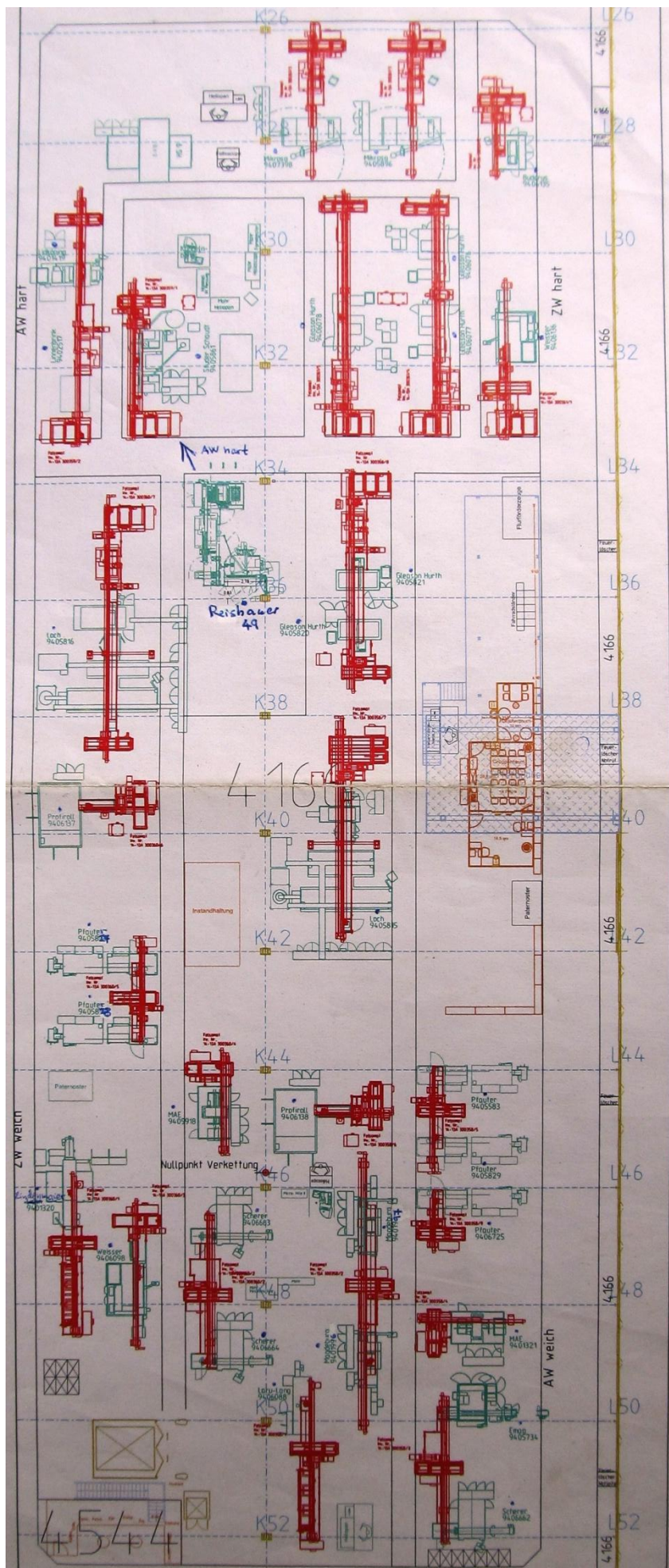
Nakonec je třeba říci, že koncept údržby byl definován a uveden do praxe speciálně vzhledem k podmínkám výroby hřídelí ve výrobě převodovek Volkswagen AG. Pro další úspěch tohoto dlouhodobého konceptu je nutné, ho dále vyšetřovat a přenášet TPM na ostatní oblasti výroby převodovek.

Použité zdroje

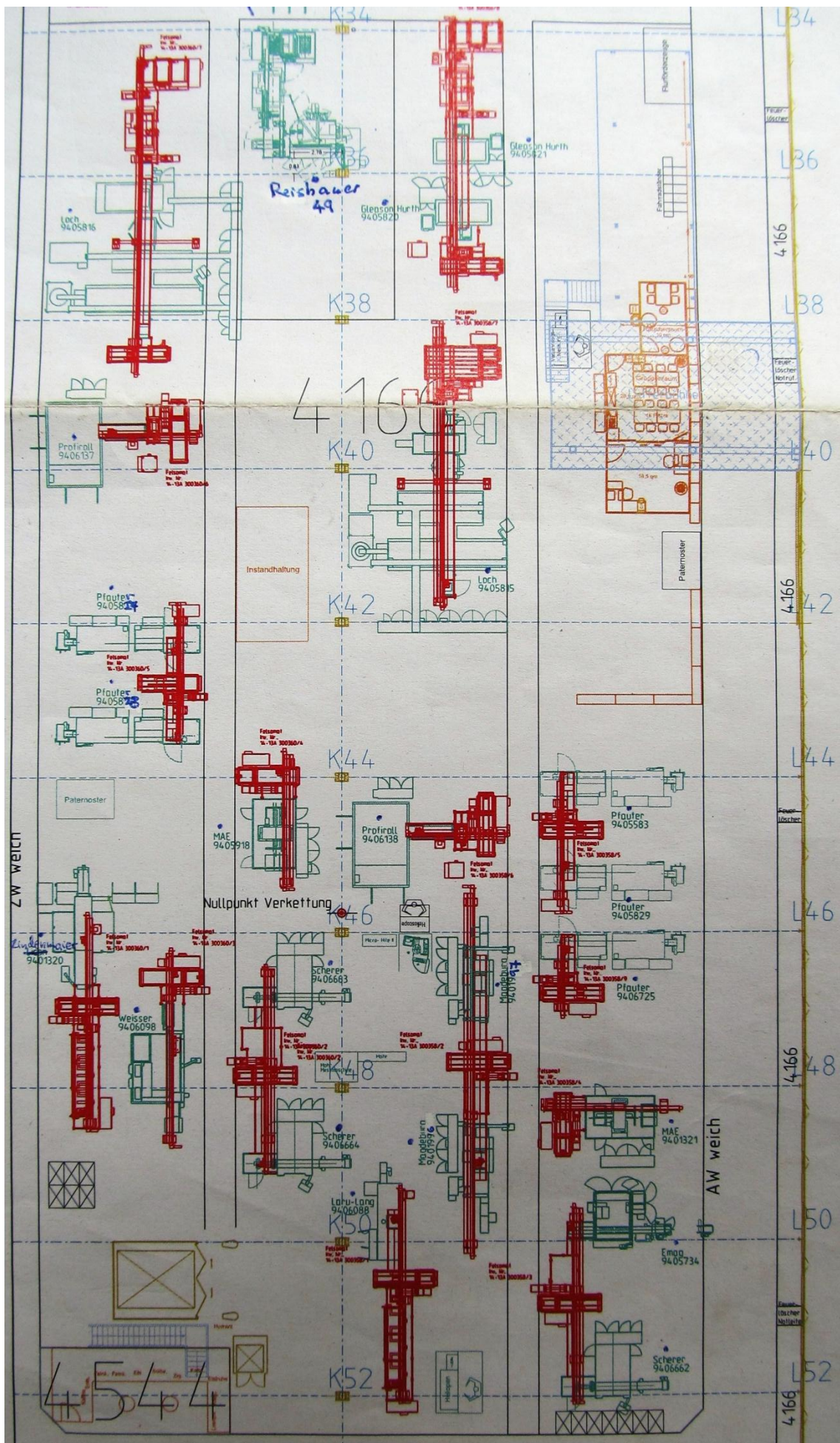
- [1] AL-RADHI, M. Total Productive Maintenance, 2. vyd., München 2002, 128 s. ISBN 3446218734
- [2] AL-RADHI, M./HEUER, J. Total Productive Maintenance – Konzepte, Umsetzung, Erfahrung, 1. vyd., München 1995, 163 s. ISBN 3446182322
- [3] b.n.: TPM, <http://jipms.de/company/index.html>, 04.04.2005.
- [4] b.n.: Der Konzern im Überblick, <http://www.volkswagen-ag.de/german/defaultIE.html>, 10.06.2005.
- [5] b.n.: Interní prezentace Werkvortrag_Standard_Schüler_kurz, 2013
- [6] b.n.: http://en.wikipedia.org/wiki/Volkswagen_Group
- [7] BECKER, H.-H. Wir sind das Werk, 1. vyd., Kassel 2009, 295 s., ISBN 3579914758
- [8] BRUNNER, F.-J./WAGNER, K.-W. Taschenbuch Qualitätsmanagement, 2. vyd., München 1999, 324 s., ISBN 3446211187
- [9] CORSTEN, H. Produktionswirtschaft – Einführung in das industrielle Produktionsmanagement, 10. vyd., München 2004, 644 s., ISBN 3486274740
- [10] Geschäftsbericht 2012, http://gb.volkswagen.de/fileadmin/g_bericht/pdf/Gbericht_2013_de.pdf, 19.05.2012.
- [11] GÜNTNER, W.-A./BOPPERT, J. Produktionswirtschaft – Entwicklungspfade und Meilensteine moderner Logistik, 1. vyd., Wiesbaden 2004, 259 s., ISBN 3835006388
- [12] MATYAS, K. Taschenbuch der Instandhaltungslogistik, 2. vyd., Wien/München 2005, 286 s., ISBN 3446228349

- [13] NAKAJIMA, S. Management der Produktionseinrichtungen, 1. vyd., Frankfurt/Main 1995, 136 s., ISBN 3593351641
- [14] STEFFEN, R./SCHIMMELPFENG, K. Produktions- und Kostentheorie, 4. vyd., Hannover 2002, 173 s., ISBN 3170174606
- [15] WARNECKE, H.-J./SIHN, W. Instandhaltungsmanagement, in: Kern, W. u.a. (Hrsg.), Handbuch der Produktionswirtschaft, 2. vyd., Stuttgart 1996, 798 s., ISBN 3334985816
- [16] WESTKÄMPER, E. Instandhaltungsmanagement in neuen Organisationsformen, 1. vyd., Berlin 1998, 183 s., ISBN 3540638628

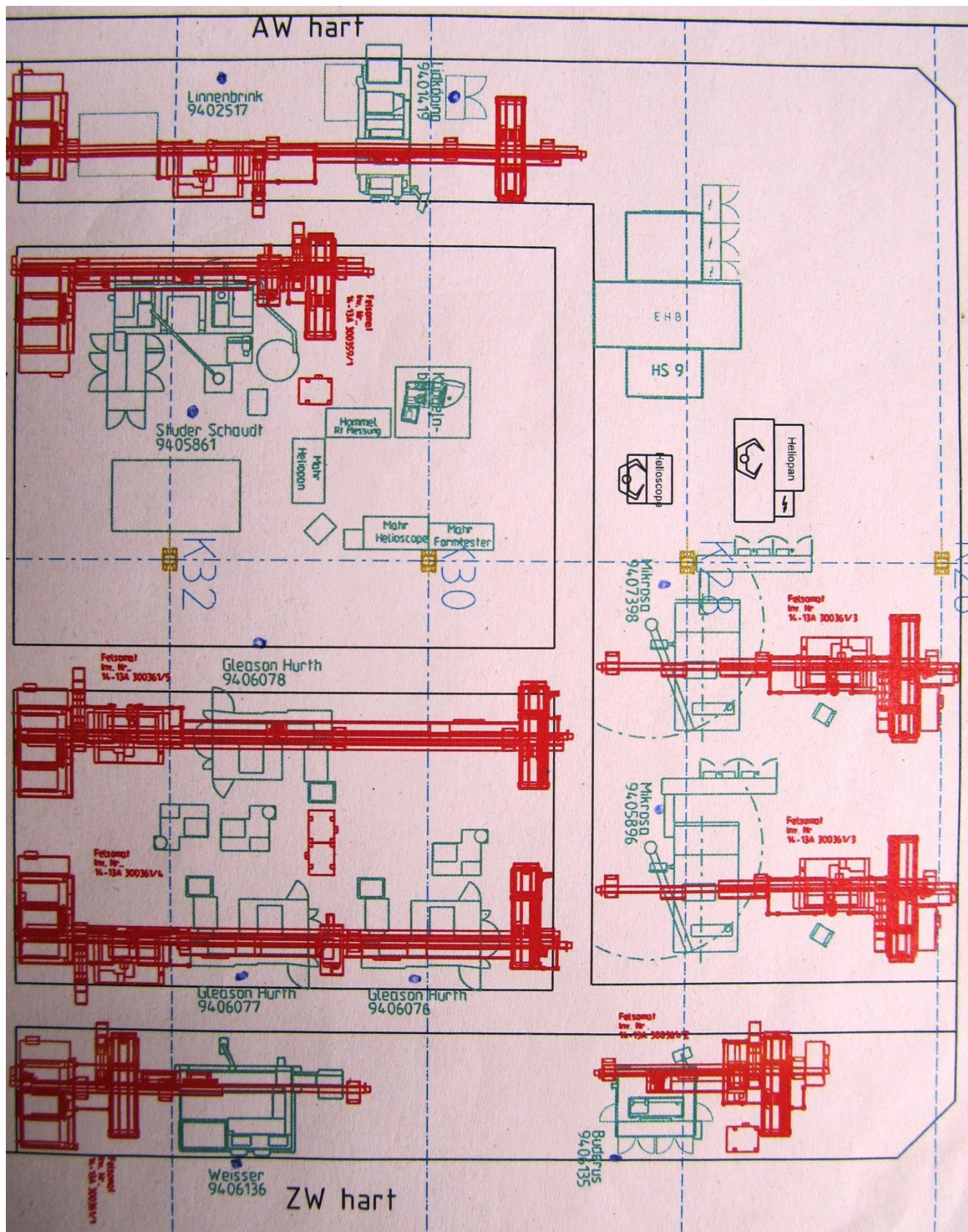
Příloha A: Plán uspořádání pracoviště oddělení ML 311



K příloze A:



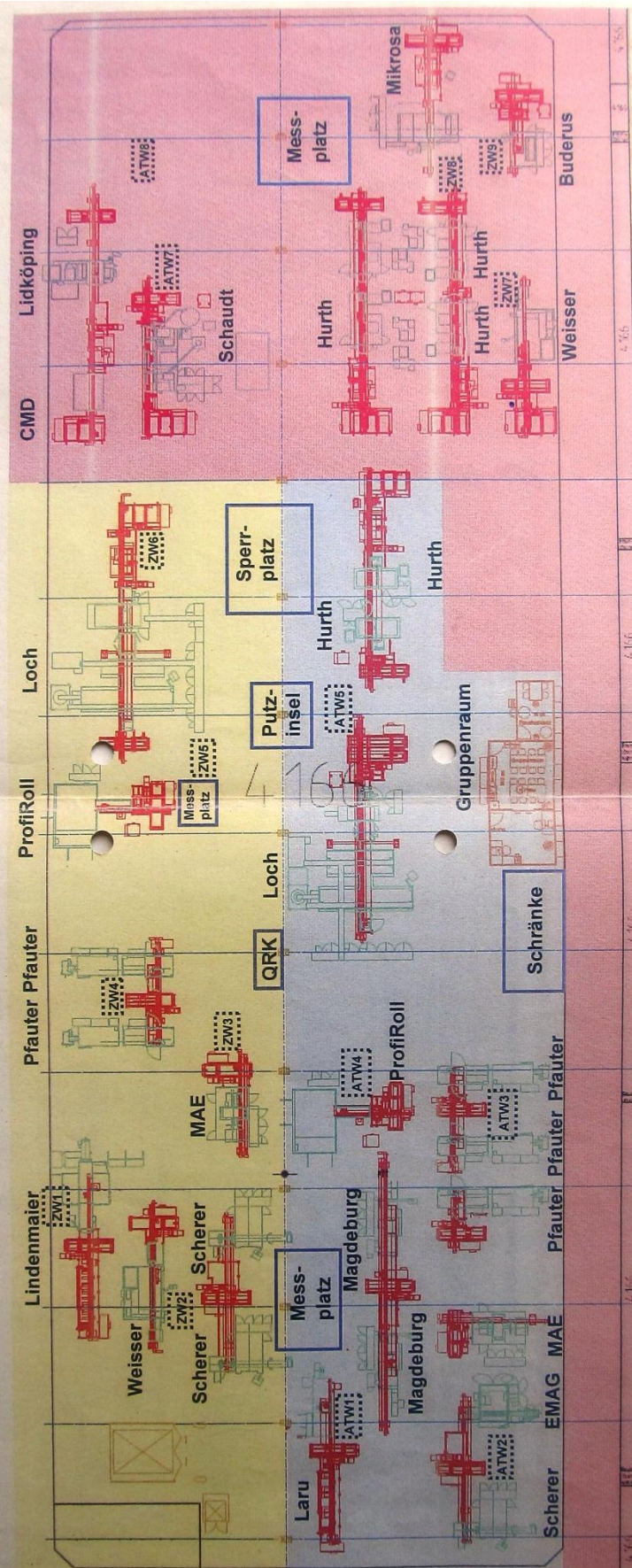
K příloze A:



Příloha B: Systém pořádku a čistoty nákladového střediska 4166, oblasti
čištění

System Ordnung und Sauberkeit Kst 4166

Reinigungsbereiche Kst 4166










Schicht A

Schicht B

Schicht C

ZW5 SPR-Platz

Příloha C: Plán čištění a údržby nákladového střediska 4166, příklad

		<h2 style="text-align: center;">Plán čištění/údržby</h2>				 KOMPONENTE WERK KASSEL	
Pracoviště: 4166 CC-3		Inv. - č. der zařízení: 9406664				List 1/1	
Typ stroje: <i>Scherer_soustruh</i>		Intervaly				Zodpovědný	
<h3 style="text-align: center;">ČINNOSTI K PROVEDENÍ</h3>		denně	týdně	měsíčně	1/4 ročně	1/2 ročně	ročně
							obsluha str. vedoucí str. údržba m. údržba el.
1. Denně vyčistit stroj a jeho okolí (týdně dokumentovat)		X					X
2. Test žárovek		X					X
3. Zkontrolovat funkci upínacího mechanismu			X				X
4. Vyčistit filtr chladicí kapaliny			X				X
5. Odsání (vizuální a funkční kontrola)		X					X
6. Vyčištění Etamic		X					X
Nr.		Nr.					
6	 <p style="text-align: center;">Etamic vyčistit</p>	2	 <p style="text-align: center;">Test žárovek</p>				
3	 <p style="text-align: center;">Zkontrolovat funkci upínacího mech.</p>	4	 <p style="text-align: center;">Vyčistit filtr chladicí kapaliny</p>				
5	 <p style="text-align: center;">Odsání</p>						
Vytvořeno: 31.10.2011 Jméno: Uwe Teske		Schváleno: 31.10.2011 Jméno: Artur Loefler				Změněno: 31.10.2011 Ersetzt Stand vom: NEU	

Příloha D: TPM-karty

Linden- maier 20 <small>Reinigung Anlage innen</small>	Maschinennummer	Platzierung		Fertigung	Linden- maier 20 <small>Reinigung Anlage innen</small>
	17	Bereich 4		Grün	
	Reinigungsgerät	Aufgabe			
	Handfeger, Spänehooken, Spänesauger	Schmutz und Späne komplett von innen reinigen.			
	Luftdruckpistole, Schutzbrille	Filter mit Luftdruckpistole sauber blasen.			
	MA 1	Zeit 25 min.	Turnus Schichtende		
Wenn Sie diese Karte zweckentfremdet finden, bitte Meldung an Tel.:					

Scherer 62 <small>Reinigung Anlage innen</small>	Maschinennummer	Platzierung		Fertigung	Scherer 62 <small>Reinigung Anlage innen</small>
	1	Bereich 1		Grün	
	Reinigungsgerät	Aufgabe			
	Luftdruckpistole, Schutzbrille, Spänehooken	Späne abkehren - mit Hilfe der Luftdruckpistole-Endung ohne Luft.			
	MA 1	Zeit 3 min.	Turnus Jede 1,5 Std.		
Wenn Sie diese Karte zweckentfremdet finden, bitte Meldung an Tel.:					

Hurth 76 <small>Reinigung Anlage innen</small>	Maschinennummer	Platzierung		Fertigung	Hurth 76 <small>Reinigung Anlage innen</small>
	26	Bereich 7		Hart	
	Reinigungsgerät	Aufgabe			
	2x Putzlappen, Reinigungsspray, Putzeimer, Reinigungswasser	Sichtfenster reinigen, Putzlappen auswringen!, mit einem trockenen Putzlappen darüber abziehen (A).			
	Putzlappen	Schmutzstand an den Führungsschieben prüfen und entsprechend reinigen.			
	MA 1	Zeit 15 min.	Turnus Täglich		
Wenn Sie diese Karte zweckentfremdet finden, bitte Meldung an Tel.:					

Profiroll 38 <small>Reinigung Anlage innen</small>	Maschinennummer	Platzierung		Fertigung	Profiroll 38 <small>Reinigung Anlage innen</small>
	10	Bereich 2		Grün	
	Reinigungsgerät	Aufgabe			
	Ölsauger, Putzlappen	Öl unter dem Gitter absaugen, 10 min. dauert das Hinstellen, dann läuft er von alleine.			
	MA 1	Zeit 1 Std.	Turnus alle 2 Wochen		
Wenn Sie diese Karte zweckentfremdet finden, bitte Meldung an Tel.:					

Pfauter 25 <small>Reinigung Anlage innen</small>	Maschinennummer	Platzierung		Fertigung	Pfauter 25 <small>Reinigung Anlage innen</small>
	19	Bereich 5		Grün	
	Reinigungsgerät	Aufgabe			
	Ratsche, Aufsatz, Handfeger, Spänehooken, Spänesauger	Späne im Innenraum hinter der Tür entfernen, Blech B7 (siehe bei Pfauter 25) abschrauben.			
	MA 2	Zeit 4 Std.	Turnus 1/4 jährlich		
Wenn Sie diese Karte zweckentfremdet finden, bitte Meldung an Tel.:					